

E.T.S. INGENIEROS DE MINAS

Titulación: Ingeniero Geólogo

**Departamento: INGENIERÍA GEOLÓGICA
(E.T.S.I. MINAS)**

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO EN
COSLADA (Madrid)**

Jesús Fernández Pacheco

Septiembre 2012

TITULACIÓN: INGENIERO GEÓLOGO

Autorizo la presentación del proyecto

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN
CENTRO CÍVICO EN COSLADA (Madrid)**

Realizado por

Jesús Fernández Pacheco

Dirigido por

José Estaire Gepp

Firmado: **Prof José Estaire Gepp**

Fecha:.....

ÍNDICE

RESUMEN	V
ABSTRACT	V

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

1	OBJETIVOS Y ALCANCE	2
2	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	3
3	ANTECEDENTES	6
3.1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	6
4	MARCO GEOLOGICO REGIONAL	8
4.1	HISTORIA GEOLÓGICA	8
4.2	ESTRATIGRAFÍA	11
4.2.1	<i>TERCIARIO</i>	11
4.2.2	<i>CUATERNARIO</i>	13
4.3	TECTÓNICA	13
4.4	AGUAS SUBTERRANEAS	14
5	CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO	16
5.1	APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	16
5.2	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	17
5.2.1	<i>SONDEOS MECÁNICOS</i>	17
5.2.2	<i>ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR, SPT</i>	18
5.2.3	<i>PENETROMETRO BORROS</i>	19
5.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	21
6	MARCO GEOLÓGICO LOCAL.....	23
6.1	INTRODUCCIÓN	23
6.1.1	<i>PERFIL GÓLOGICO-GEOTÉCNICO</i>	24
7	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	26
7.1	MARCO DE REFERENCIA	26
7.2	FORMACIONES ARCILLOSAS Y ARCILLOSO-YESIFERAS	26
7.2.1	<i>TOSCO</i>	27
7.2.2	<i>TRANSICIÓN TOSCO-PEÑUELA</i>	27
7.2.3	<i>PEÑUELA</i>	28
7.3	UNIDADES LITOGENÉTICAS	28
7.3.1	<i>ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN ROJIZAS</i>	29

7.3.2	ARCILLAS LIMOSAS GRIS VERDOSAS CON YESOS.....	32
7.3.3	CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN.....	35
7.3.4	PARAMETROS DE CÁLCULO.....	36
8	RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	38
8.1	CIMENTACIÓN.....	39
8.1.1	RECOMENDACIÓN.....	39
8.1.2	CARGA ADMISIBLE MEDIANTE SPT.....	39
8.1.3	CARGA ADM. A CORTO PLAZO CON DATOS DE LABORATORIO....	40
8.1.4	CARGA ADMISIBLE A CORTO PLAZO.....	41
8.1.5	CARGA ADMISIBLE A LARGO PLAZO.....	42
8.1.6	DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS.....	44
8.1.7	ASIENTOS.....	44
8.2	EXCAVACIÓN.....	45
8.3	PANTALLAS.....	46
9	CONCLUSIONES.....	49

DOCUMENTO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO

1	RESUMEN DE COSTES.....	51
1.1	COSTES DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.....	51
1.2	COSTES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	51
1.3	COSTES DE REDACCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	52
1.4	COSTES TOTALES.....	52

DOCUMENTO Nº 3: ANEXOS

ANEXO A:	SONDEOS MECÁNICOS.....	54
ANEXO B:	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR, SPT	
ANEXO C:	PENETROMETRO BORROS	
ANEXO D:	ENSAYOS DE LABORATORIO	
ANEXO E:	COSTES DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	
ANEXO F:	COSTES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS

PLANO 1:	PERFIL GEOLOGICO GEOTÉCNICO I-I'.....	64
----------	---------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Figura 2-1: Situación de la parcela de estudio en el T.M de Coslada.....	3
Figura 2-2: Vista general de accesibilidad y condiciones de la parcela.	4
Figura 2-3: Vista aérea de la reubicación del edificio.	4
Figura 2-4: Planta del centro cívico.....	5
Figura 2-5: Sección longitudinal del edificio.....	5
Figura 2-6: Sección transversal del edificio.	5
Figura 3-1: Situación geográfica y mapa de carreteras.....	6
Figura 4-1: Situación de Coslada en la Hoja de Madrid dentro de la Cuenca del Tajo. .	8
Figura 4-2: Esquema general del acuífero indicando las zonas de recarga.....	15
Figura 5-1: Ensayo Borros en la parcela de estudio.....	20
Figura 6-1: Posición de los sondeos y del corte I-I' sobre el terreno de estudio.	23
Figura 6-2: Perfil geológico-geotécnico I-I'.....	24
Figura 6-3: Leyenda del perfil geológico-geotécnico.	24
Figura 7-1: Curvas granulométricas del nivel 1: Arcillas limosas marrón rojizas comprimibles.....	30
Figura 7-2 :Gráfico de Casagrande para los limos marrón rojizos comprimibles.....	30
Figura 7-3: Resultados de los ensayos de compresión simple en los limos marrón rojizos comprimibles.....	31
Figura 7-4: Ensayos SPT realizados, relación golpes-profundidad NI.....	32
Figura 7-5: Curvas granulométricas del nivel de arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.	33
Figura 7-6: Gráfico de Casagrande para las arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.	33
Figura 7-7: Ensayos SPT realizados, relación golpes-profundidad NII.....	35
Figura 7-8: Resultados de los ensayos de compresión simple en las arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.	35
Figura 8-1 : Perfil geológico-geotécnico I-I' con el edificio.	38
Figura 8-2: Gráfico de resistencia a compresión simple y cota de la muestra.	40
Figura 8-3: Ábaco de Hoek y Bray sin nivel freático.....	45
Figura 8-4: Datos geométricos para el cálculo de pantallas.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Tabla 5-1: Resumen de los sondeos realizados	18
Tabla 5-2: Clasificación orientativa de la compacidad del terreno en base al SPT.	19
Tabla 5-3: Resumen de las penetraciones Borros.	21
Tabla 5-4: Número de ensayos de laboratorio realizados con las muestras.	21
Tabla 7-1: Parámetros geotécnicos obtenidos a partir de caracterización geotécnica.	37
Tabla 8-1: Parámetros geotécnicos para el cálculo de pantallas	46

DOCUMENTO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO

Tabla 1-1: Costes de redacción del estudio geotécnico	52
Tabla 1-2: Costes totales	52

RESUMEN

Este proyecto aborda el estudio geotécnico de un edificio destinado a ser un centro cívico situado en una parcela del término municipal de Coslada. El edificio se compone de tres plantas y un sótano, con una superficie de 3173m^2 . Con el fin de clasificar y caracterizar los materiales del terreno que soporta el edificio, se analiza el marco geológico regional y local de la zona. En el proyecto se presentan los resultados obtenidos en la campaña de reconocimiento de campo y en los ensayos realizados en laboratorio, necesarios para describir las propiedades geotécnicas del terreno. Se estudia la capacidad de carga del terreno para asegurar una correcta cimentación y se dan unas recomendaciones referentes a la excavación del sótano y su sostenimiento. Para ello se siguen la normativa propuesta en el Código Técnico de la Edificación. Por último, se estiman los costes producidos por la campaña de reconocimiento de campo, los ensayos de laboratorio y la redacción del presente proyecto.

ABSTRACT

This project raises the geotechnical study of a civic center building located in the municipality of Coslada. The building is made up of three floors and a basement, with an area of 3173m^2 . With the aim of classifying and characterizing the ground materials which supports the building, it is analyzed the regional and local geology of the area. The project presents the results of the campaign for the field recognition and laboratory tests performed, required to describe the geotechnical properties of the ground. It is studied the carrying capacity of the ground to ensure a proper foundation and given some recommendations for the basement excavation and its upholding. In order to do this, it will be followed the rules proposed in the Technical Building Code. Finally, it is estimated the cost of the campaign for the field recognition, laboratory testing and writing this project.

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO EN
COSLADA (Madrid)**

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objeto del proyecto es realizar el estudio geotécnico de los terrenos existentes en una parcela de la localidad de Coslada donde se va a construir un Centro Cívico.

El primer paso es diseñar detalladamente la campaña de reconocimiento a realizar y analizar los resultados obtenidos en la misma, analizar el marco geológico-geotécnico general en el que se inscribe el área objeto de estudio, y poner de manifiesto los principales problemas que cabe esperar en los terrenos de la zona.

El resultado de los trabajos de reconocimientos efectuados permitirá describir la composición y características del subsuelo, así como determinar la presencia del nivel freático. Los perfiles geológico-geotécnicos servirán para identificar la posición y extensión de las diferentes unidades geotécnicas existentes. Para cada una de dichas unidades geotécnicas se definirán sus características geotécnicas y se cuantificarán, en la medida de lo posible, los valores de los parámetros geotécnicos necesarios para la realización de los cálculos geotécnicos.

Finalmente, efectuado el análisis de toda la información obtenida, se darán las recomendaciones oportunas para el dimensionamiento de la cimentación de la obra: parámetros resistentes, condiciones de cimentación, agresividad al hormigón, así como cualquier otro problema que pueda plantear el subsuelo existente en la zona de estudio.

Por último, se debe recordar que existen actualmente en España tres normativas de carácter geotécnico (Documento Básico Cimentaciones del Código Técnico de la Edificación, Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera y Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas) que se pueden utilizar para el diseño de la cimentación, aunque la más apropiada, dado que se trata de un edificio, es el Documento Básico Cimentaciones del Código Técnico de la Edificación.

2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra de estudio se realizará en una parcela situada en el término municipal de Coslada. En la figura 2-1 se observa una imagen aérea de la parcela donde se ubicará la obra.

La zona de estudio es conocida como La Rambla, está situada muy cerca de la parada de metro de mismo nombre y limitada entre las calles Avenida de los Príncipes de España y la Calle de Honduras. El terreno de la parcela no presenta problemas de accesibilidad y corresponde a una zona de muy poca pendiente. El punto de mayor cota, la +617 m, se sitúa adyacente a la entrada de la boca de metro. La menor cota de la zona, aproximadamente la +611m, se sitúa aproximadamente en la confluencia de la Avenida de José Gárate y la Avenida de los Príncipes de España.

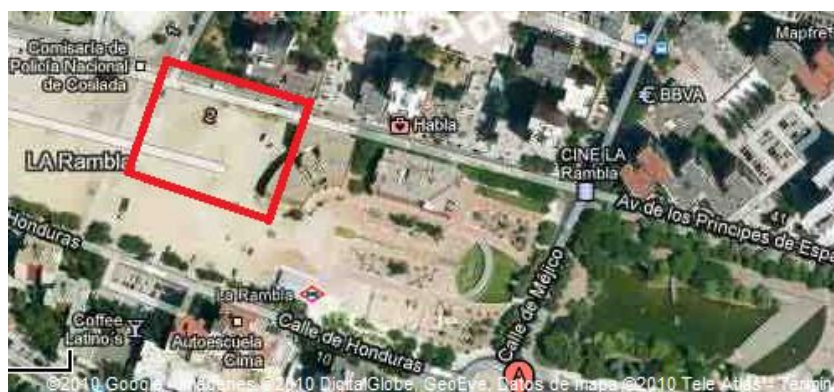


Figura 2-1: Situación de la parcela de estudio en el T.M de Coslada.

La parcela actualmente está siendo utilizada como lugar de estacionamiento provisional de vehículos, con una superficie de terreno nivelada en la actualidad con una capa de material granular.



Figura 2-2: Vista general de accesibilidad y condiciones de la parcela.

Debido a las obras del metro realizadas, el edificio de la biblioteca debe de ser reubicado al estar emplazado encima del trazado de la nueva línea por lo que es de suma importancia el estudio del nuevo emplazamiento.

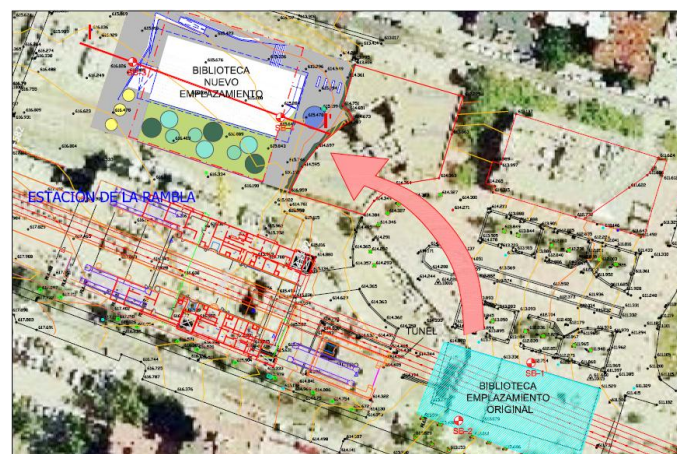


Figura 2-3: Vista aérea de la reubicación del edificio.

Se ha solicitado la elaboración de un estudio geotécnico de las condiciones del terreno donde se pretende construir el centro en su nueva ubicación.

El edificio será de planta rectangular de 45 m de anchura y 90 m de longitud. Contará con tres alturas sobre rasante que se elevan unos 26 m y un nivel de sótano. Además cabe decir, que la parte Sur del edificio se ubica sobre el trazado de la línea 7 de Metro de Madrid, tal y como se pudo observar en la figura 2-4.

En las figuras siguientes se muestran, respectivamente, la planta del edificio, una sección longitudinal y una sección transversal del mismo.

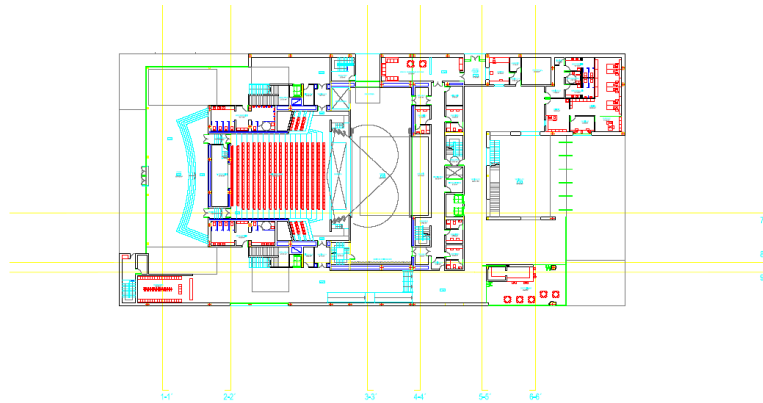


Figura 2-4: Planta del centro cívico.

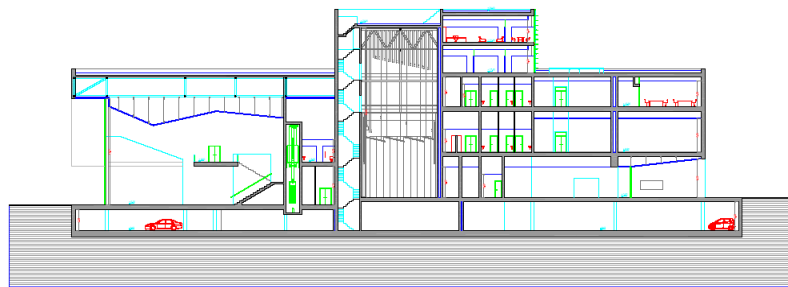


Figura 2-5: Sección longitudinal del edificio.

Como se puede observar en la figura 2-6. el nuevo centro cívico contará con aparcamiento subterráneo, hecho que tiene su importancia a la hora de realizar nuestros estudios del terreno.

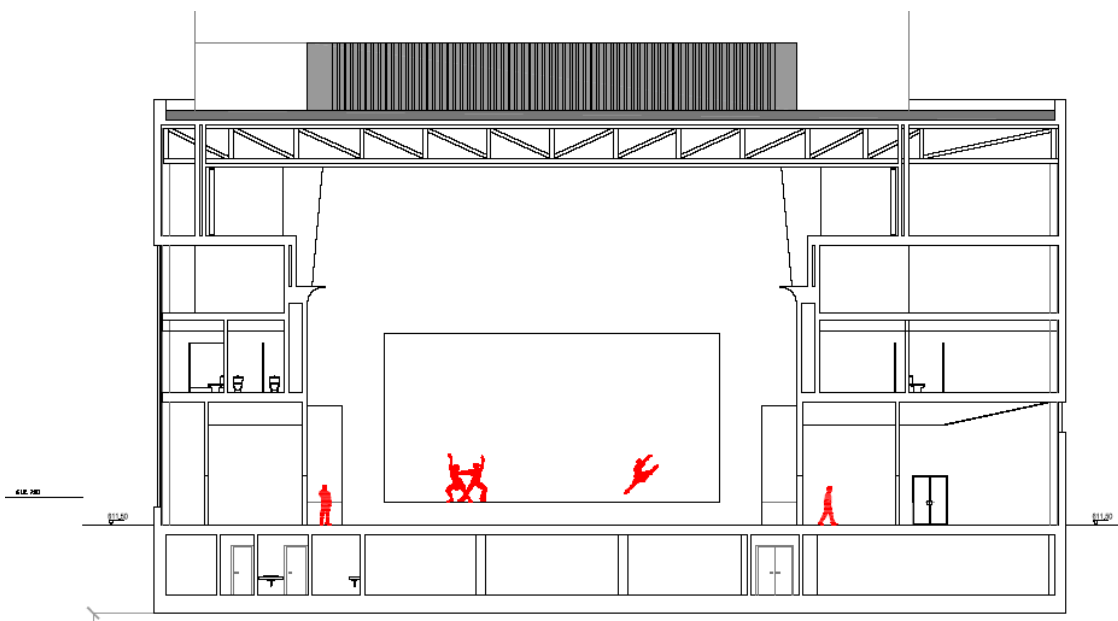


Figura 2-6: Sección transversal del edificio.

3 ANTECEDENTES

3.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El término municipal de Coslada es un municipio situado en la zona este de la Comunidad de Madrid, España. Ubicado en el Corredor del Henares, con una extensión de 11,7 km² y unos 90000 habitantes. Limita con el término municipal de Madrid al norte, oeste y sur, y con San Fernando de Henares al este.

Está situada cerca de la vega del río Jarama, en cuyo margen derecho se asienta, y sirve de límite al término municipal en su parte norte. De Norte a Sur por el Este, la recorría el Teatinos, arroyo que nace por encima de Ambroz y fluye al Jarama. Una pequeña fracción de su territorio (13 ha) está incluida en el Parque Regional del Sureste.

La figura 3-1 muestra la situación geográfica y el mapa de carreteras que dan acceso a la localidad.



Figura 3-1: Situación geográfica y mapa de carreteras.

El clima de Coslada es un clima mediterráneo continental y está muy influido por las condiciones urbanas. La temperatura promedio es de 12 °C.

Los inviernos son fríos, con temperaturas inferiores a los 4-5 °C, heladas frecuentes y nevadas ocasionales. Los veranos son calurosos con medias en torno a los 24 °C en julio y agosto y con máximas que frecuentemente superan los 35 °C. La oscilación

diaria es importante en la periferia urbana, pero se ve reducida en el centro de la ciudad por el efecto antrópico. Las precipitaciones anuales son superiores a los 400 mm, con mínimos muy marcados en verano (cuatro meses secos, de junio a septiembre) y grandes oscilaciones entre la zona NO, bastante más lluviosa, y la zona SE que resulta más árida.

4 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La geología del término municipal de Coslada se ha estudiado en la hoja de Madrid del Mapa Geológico de España 1:50000. La hoja de Madrid se encuentra situada al S de la Sierra del Guadarrama, dentro del conjunto denominado Submeseta meridional o Cuenca del Tajo.

Esta zona comprende varios conjuntos litológicos de características bien diferenciadas, destacando en la parte más occidental y septentrional, depósitos arcóscicos miocenos, al S y al E sedimentos yesíferos y arcilloso-carbonáticos. Por último, formaciones yesíferas en la vertiente izquierda del Manzanares, así como en la vertiente derecha del Jarama.

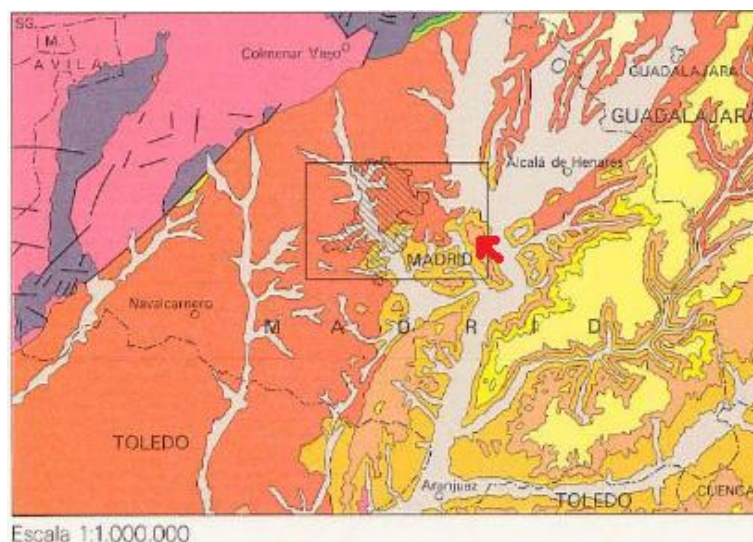


Figura 4-1: Situación de Coslada en la Hoja de Madrid dentro de la Cuenca del Tajo.

FUENTE: Magna 1:50000 IGME

4.1 HISTORIA GEOLÓGICA

La individualización dentro del borde oriental del Macizo Hespérico del Sistema Central como bloque levantado, área fuente de sedimentos detríticos, y de la Cuenca del Tajo como zona de hundimientos, receptora de éstos y de los suministrados por la erosión de los demás relieves circundantes, es un fenómeno que se produjo a partir del Terciario inferior, como consecuencia de la reactivación alpina durante las últimas etapas hercínicas.

La Cuenca del Tajo como se ha dicho, se comporta como una cubeta que recibe sedimentos del Sistema Central, estos sedimentos han sido producidos a partir del desmantelamiento de los materiales que forman los macizos montañosos y rampas de erosión de los bordes de la cuenca. Este relleno está formado por depósitos clásticos inmaduros (arcosas), arcillas y carbonatos con sílex y sepiolita, y yesos y margas yesíferas con niveles salinos, que afloran según bandas groseramente concéntricas hacia el interior de la cubeta.

Dentro de este relleno se superponen tres episodios tectosedimentarios, representados por tres grupos o conjuntos de unidades litológicas genéticamente interrelacionadas, depositadas durante un mismo lapso de tiempo, bajo unas condiciones macroclimáticas comunes, separados dichos grupos por discontinuidades. El grupo inferior está constituido por un conjunto de unidades litológicas interrelacionadas mediante cambios laterales de facies; hacia el centro de la cubeta (SE de Madrid) aparecen yesos masivos originados por transformación diagenética de sedimentos originalmente anhidríticos depositados en el interior de lagos salinos más o menos permanentes bajo clima cálido y árido. Estos yesos pasan lateralmente y hacia arriba a yesos tableados alternando con arcillas, que corresponden a zonas más someras pero siempre inundadas. Estas, a su vez, pasan a arcillas y arenas micáceas con niveles de carbonatos y de sílex, depositados en marjales de litoral lacustre atravesados por canalillos fluviales, con zonas edafizadas más o menos permanentemente emergidas. Por último, estos depósitos evolucionan lateralmente a arenas arcósicas con niveles de limos y arcillas, sepiolita, carbonatos y sílex, que representan las facies de pendiente y distales edafizadas en abanicos torrenciales que descargaban los detritos de la erosión de los bordes de la cubeta en el interior del <<bolsón>> endorreico.

Sobre la discontinuidad mencionada más arriba y hacia el centro de la cuenca (SE de la hoja de Madrid), el grupo intermedio comienza con lutitas <<caki>> y yeso-arenitas que rellenan las depresiones del paleorelieve construido sobre el grupo inferior, y que tienen el significado de paleosuelos arrastrados y mezclados con arenas yesíferas procedentes de la erosión del sustrato, con charcas residuales en las que cristalizaban salmueras selenitosas. Por encima, alternan carbonatos generalmente dolomíticos tableados, con seudomorfos de yeso, y arcillas gris-verdosas laminadas, a veces bioturbadas, que representan desde medios pantanosos salobres o lacustres someros a llanuras de fango estacionalmente desecadas, pasando lateralmente a arcillas con carbonatos, margas, sílex y arenas micáceas, que aparecen en alternancias complejas, con abundantes biotubación vegetal y por fauna, restos de materia orgánica y secuencias edáficas.

Estas características indican un paisaje de borde de lagunas someras con agua de composición alcalina y zonas pantanosas, canales efímeros y zonas de arroyada, probablemente por delante de abanicos aluviales, todo ello bajo clima subárido o mediterráneo continental seco.

Estos materiales pasan lateralmente hacia el N a arenas arcóscas pardas arcillosas que alternan con arcillas pardas o limos en secuencias granodescendientes que a veces culminan en paleosuelos enrojecidos. Esta asociación litológica representa las facies medias y distales de dichos abanicos aluviales, en los que el tamaño de grano aumenta hacia el N, coincidiendo con la mayor proximidad de las facies, mientras que a techo de la unidad y hacia el SE aparecen niveles de sílex, de origen edáfico, en asociación con carbonatos y arcillas de tipo esmectitas. Estas arcosas aparecen en contacto brusco y dando resalte morfológico sobre las arcillas verdes del sustrato de la zona centro-oriental de la hoja.; localmente este límite está representado por una cicatriz erosiva rellena de gravas canalizadas que dan paso a arcosas de grano fino y arcillas pardas, con algún nivel de arenas micáceas, de carbonatos y de sepiolitas, explotadas comercialmente.

La distribución de facies y las características de los materiales de este grupo, en comparación con los del grupo inferior, indican un paisaje de características bastante similares al de éste, bajo clima cálido aunque progresivamente menos árido.

Una nueva discontinuidad, que corresponde a una discordancia erosiva cuya cicatriz basal se observa en numerosos puntos, y que profundiza sobre la unidad arcósica anterior tanto más cuanto más al SE de Madrid, separa al grupo intermedio del superior.

Sobre la discontinuidad anterior, dentro del Mioceno de la hoja, se distingue un grupo superior caracterizado por la presencia de arcosas gruesas de tonos pardos algo anaranjados, con niveles de cantos de rocas plutónicas y filonianas, cuarcita y cuarzo, en niveles masivos o alternando en secuencias granodecrecientes con arcosas más finas, limos arcósicos e incluso paleosuelo enrojecido semejante a los del grupo anterior. Estas arcosas dan lugar, debido a su carácter masivo, a los escarpes morfológicos típicos de la zona central de Madrid, en especial a la margen izquierda del Manzanares y en las cuestas que aparecen en los alrededores de La Castellana y M-30 E.

Paleogeográficamente, este material, muy inmaduro textural y composicionalmente, corresponde a facies proximales e intermedias de abanicos aluviales; sólo excepcionalmente al SE de la hoja (Cerro Almodóvar) aparecen facies distales de arcosas finas y limos arcósicos con sílex, esmectitas y sepiolitas, así como con

carbonatos edáficos asociados a éstos o intercalados entre las arcosas formando calcretas.

La depresión morfológica de Coslada-Vicálvaro y sus recubrimientos cuaternarios impiden observar el paso lateral de las arcosas de este grupo superior a las arcillas verdes con carbonatos, arenas micáceas y sílex, semejantes a las del grupo intermedio.

Esta unidad pasa verticalmente y lateralmente a calizas y dolomías lacustres alternando con arcillas verdes bioturbadas, que culminan en paquetes masivos de carbonatos dolomíticos silicificados y arcillas sepiolíticas, que indican un brusco descenso de la salinidad del agua, en relación con un cambio climático en el sentido de mayor humedad estacional.

A partir de estos datos podemos suponer que los materiales del grupo superior del Mioceno de Madrid se depositaron dentro de un contexto paleogeográfico semejante al del grupo anterior, tras una reactivación tectónica de los bordes de la cubeta que dio como resultado un mínimo en la extensión de la zona lacustre central.

4.2 ESTRATIGRAFÍA

Los materiales que aparecen en la hoja, están representados por varios conjuntos litológicos de características bien definidas.

Destacan por su extensión, en la parte occidental y septentrional, los depósitos arcosos miocenos.

Dichos depósitos arcosos forman un conjunto morfológico netamente individualizable en relación con los sedimentos yesíferos y arcilloso-carbonático que afloran al Sur y Este.

Los términos arcillosos coinciden, en gran parte, con depresiones morfológicas en la zona centro-oriental de la hoja.

Por último, las formaciones yesíferas más meridionales dan lugar a escarpes abruptos en la vertiente izquierda del Manzanares, así como en la vertiente derecha del Jarama.

4.2.1 TERCIARIO

El terciario, fue un período que empezó hace 65 millones de años y finalizó hace 1,7 millones de años. Se divide en cinco épocas: el Paleoceno, de 65 a 56 millones de

años; el Eoceno, de 55 a 38; el Oligoceno, de 37 a 24; el Mioceno, de 23 a 6; y el Plioceno, de 5 a 1,7.

Mioceno

El mioceno comprende la totalidad de los depósitos terciarios que afloran. Los términos más bajos de la sucesión litoestratigráfica corresponden a los niveles de yesos situados en la parte meridional y sur-oriental.

Podemos dividir estos yesos en:

Yesos masivos: Aparecen en bancos gruesos con un espesor en superficie no mayor a 40 metros. La proporción de material fino como impurezas suele ser elevado, dando un tono gris oscuro.

Yesos tabulares y nódulos entre arcillas: Consiste en una alternancia con arcilla de tonos pardos-grises o verdosos en superficie con espesor entre unos centímetros hasta 2 o 3 metros.

Además podemos distinguir:

Arcillas marrones y verdosas, arenas micáceas, niveles de carbonatos y silex: Constituyen el tránsito lateral y hacia el norte de las facies antes descritas. El cambio lateral se produce en el área de Coslada, donde es posible observar una pérdida de la continuidad de los bancos yesíferos entre las arcillas. Dicho tránsito aparece cubierto bajo los niveles de terrazas del Jarama. Así mismo, es observable un paso desde los yesos tableados y nódulos con arcillas a niveles arcillosos en la vertical de las sucesiones.

Arenas arcóscicas de grano medio a fino, limos y arcillas marrones. Arcosas gruesas con cantos: Esta unidad constituye el cambio lateral de facies hacia el norte de la unidad arcillosa anteriormente descrita.

Los materiales arcoscicos presentes en el área de Madrid corresponden a unidades deposicionales o tecto-sedimentarias, presentadas en sucesiones potentes y muy homogéneas.

Arcillas verdosas y rosadas, arenas micáceas y margas. Arcillas con intercalaciones de carbonatos: Constituye una de las unidades más complejas. Los niveles que constituyen esta unidad denominan términos muy específicos de la literatura geológico-geotécnica.

<<Peñuelas>>: Arcillas y margas verdosas, ocasionalmente con tonos azulados y otras veces con tonos parduzcos.

<<Cayuelas>>: Margas calcáreas blanquecinas, coherentes, muy comunmente con niveles de sepiolita.

<<Toscos o Taquizos>>: Arcillas más o menos limo-arenosos, de tonos marrones, que constituye el paso lateral o en la vertical de las arcillas verdosas a las arcosas (arenas de miga).

Yesos detríticos, arcillas verdosas y carbonatos: Los niveles correspondientes a esta unidad se disponen de transito lateral de facies con las arcillas verdes y rosadas con carbonatos.

Por su parte, los niveles de yesos detríticos y arcillas se disponen en discontinuidades estratigráficas sobre las unidades de yesos masivos y o tableados.

Calizas, dolomías y arcillas verdosas: Afloran en la zona meridional de la hoja de Madrid, dando lugar a un conjunto de pequeñas mesas que destacan en la vega del rio Manzanares y al SE cerca de Coslada y San Fernando.

Arenas arcósicas de grano grueso, gravas y arcillas: Corresponden al último episodio sedimentario arcósico observado en esta área. Caracterizado por un notable aumento en el tamaño medio del grano en relación con las unidades arcósicas infrayacentes.

4.2.2 CUATERNARIO

Periodo más próximo a nosotros, incluye los últimos 1,6 millones de años. Responsable de muchos depósitos superficiales y formas de relieve. Se divide en Pleistoceno y Holoceno.

Las formaciones están caracterizadas, principalmente, por los depósitos aluviales de los ríos Manzanares y Jarama, y por los materiales que con débil espesor están asociados a las superficies divisorias y los glaciares. Los conos aluviales, coluviones, derrames, limos yesíferos y otros sedimentos relacionados con las depresiones endorreicas o de origen kárstico, son por su génesis y evolución, formaciones de escasa importancia y extensión reducida.

4.3 TECTÓNICA

La zona de estudio se encuentra dentro de la denominada cuenca del Tajo, o cuenca de Madrid. Dicha cuenca corresponde a una de las grandes zonas subsidentes intracontinentales, de Edad Terciaria, que ocupan el interior de la Península Ibérica.

Dentro de la cuenca, el área de Madrid está situada en las proximidades de su borde septentrional, enmarcado por el Sistema Central. Este borde aparece como una línea de mayor actividad frente a los esfuerzos tectónicos que produjeron la deformación causante de la elevación del Sistema Central y la subsidencia de la cuenca.

Debido a la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, esta tectónica frágil no se manifiesta en superficie.

No obstante esta tectónica de fractura se observa en ocasiones en los materiales más rígidos del centro de la cuenca, en incluso dentro de la hoja de Madrid, donde la proximidad a la superficie de las facies yesíferas permite la delimitación de algunas de estas fracturas.

En este contexto es preciso situar también deformaciones de gran amplitud que representan zonas donde los sedimentos terciarios adquieren una cierta estructuración en pliegues muy amplios.

Este es el caso de la zona NO de la hoja de Madrid donde existen ligeras inclinaciones de las capas arcósicas con buzamientos hacia S-SO, estas inclinaciones tienen como consecuencia que el contacto entre los distintos ciclos dentro de la unidad arcósica se presente a cotas variables y produzca algunas morfologías como vaguadas con vertientes desimétricas.

A estas deformaciones regionales, es preciso sumar otras mucho más locales, puestas de manifiesto únicamente por criterios geomorfológicos. Estas deformaciones condicionan depósitos de terrazas produciendo vasculamientos. Este es el caso de la red de fallas NO-SE y NE-SO, que se deducen del buzamiento de los glacis del Cerro del Murmullo y de El alto del retiro.

4.4 AGUAS SUBTERRANEAS

Desde el punto de vista hidrogeológico, toda la zona de estudio se encuentra en los dominios de acuíferos terciario detríticos, cretácicos y unidades de transición

El acuífero terciario detrítico, presenta una extensión que sobrepasa los 2600 km². La importancia de este acuífero radica, no sólo en su extensión, sino también en su gran espesor, que alcanza los 3000 m en algunas zonas (Montes de El Pardo), aunque es irregular como consecuencia de un conjunto de subfosas y umbrales del basamento.

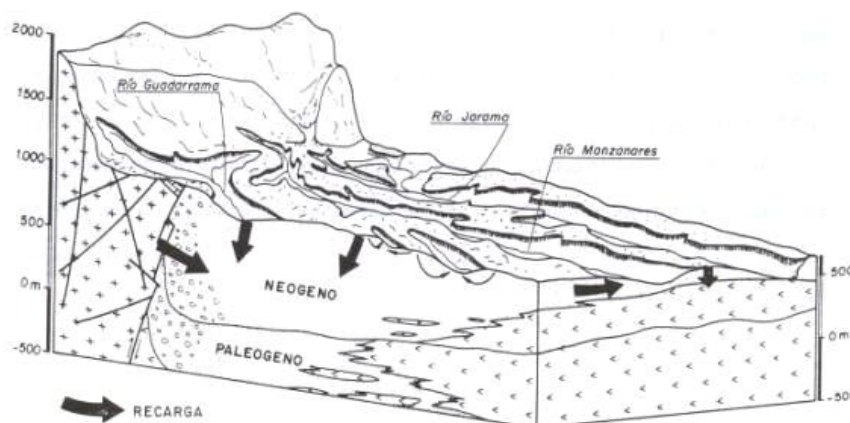


Figura 4-2: Esquema general del acuífero indicando las zonas de recarga

FUENTE: López-Vera, F. (1994)

Los acuíferos cretácicos están limitados en su base por un zócalo paleozoico granítico-metamórfico. El límite superior está formado por una serie terciaria continental de carácter detrítico evaporítico.

Los materiales cretácicos, discordantes sobre los materiales paleozoicos y triásicos, están representados por un conjunto basal detrítico (Facies Utrillas) de unos 60 m de espesor máximo y carácter de acuífero confinado o semiconfinado. Sobre él descansan formaciones calco-margosas y calizo-dolomíticas que hidrogeológicamente se comportan como acuitardo (la primera) y acuífero kárstico (la segunda), con potencia total variable hasta 130m.

La recarga del acuífero se realiza por infiltraciones directas de agua de lluvia o bien a partir de aguas superficiales cuando el cauce de ríos o arroyos se sitúa por encima del nivel piezométrico del acuífero. La descarga se produce casi exclusivamente a través de los ríos.

La unidad de transición tiene su origen en el terciario margo yesífero y sus recursos no son utilizables; su calidad natural es mala por su gran contenido en sales solubles procedentes de la disolución de los yesos. Dada esta baja calidad y su baja permeabilidad se le puede considerar como poco vulnerable a la contaminación.

5 CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

La campaña de reconocimiento se proyectó con el objeto de reunir información sobre las características del terreno de cimentación, poder interpretarla correctamente y así conocer el alcance y limitaciones de ese terreno pudiendo realizar el diseño de una cimentación adecuada.

Debemos tener en cuenta:

Naturaleza y estratigrafía del terreno.

Características geomecánicas y comportamiento geotécnico (colapsabilidad, expansibilidad,...) de cada capa, definiendo correctamente sus parámetros geotécnicos.

Situación del nivel freático.

Factores externos como la estabilidad global del entorno geológico, etc.

Para su diseño se ha seguido lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

5.1 APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 del documento SE-C del Código Técnico de la Edificación (CTE), el presente estudio geotécnico corresponde a las características:

- Tipo de Construcción: C-2 “Construcciones entre 4 y 10 plantas”.
- Tipo de Grupo de terreno: T-1 “Terrenos favorables”, poca variabilidad con práctica habitual de cimentación directa mediante elementos aislados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes condicionantes del estudio geotécnico a realizar:

- Número mínimo de puntos de reconocimiento: 3
- Número mínimo de sondeos: 2
- Profundidad orientativa de investigación: 12 m

En el presente estudio se han considerado 22 puntos de reconocimiento: 14 sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo y 8 ensayos de penetración tipo Borros, por lo tanto se puede considerar que cumple lo establecido en el CTE.

5.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

5.2.1 SONDEOS MECÁNICOS

Los sondeos mecánicos son perforaciones de diámetros y profundidad variables (entre 65 y 140mm) que permiten reconocer la naturaleza y localización de los diferentes niveles geotécnicos del terreno, extraer muestras inalteradas y realizar ensayos “in situ” a diferentes profundidades.

En un sondeo a rotación el sistema de perforación consta de los siguientes elementos integrados en las baterías: cabeza, tubo portatestigo, extractor, manguito portaextractor y corona de corte.

Los sistemas de sondeo mecánico son:

Sondeo a presión, coeca y macizo o cerrada. Se realiza en suelos blandos.

Sondeo de suelos cementados o duros. Se utiliza un trépano o una cuchara, dejándola caer desde una altura suficiente. El trépano se utiliza para atravesar bolos, gravas gruesas, arcillas compactas o capas delgadas de roca. Los detritos se extraen mediante circulación de agua. La cuchara se utiliza en suelos arcillosos más blandos y en arenas, es un cilindro hueco que permite la entrada del suelo. Si este es arenoso lleva un dispositivo que impide la caída de este tras la extracción.

Si se exige una alta recuperación de testigo han de utilizarse baterías de rotación de tubo doble, en el que el agua desciende por el contacto entre ambos tubos, siendo en la base del tubo, en su unión con la corona, donde se puede producir el lavado del testigo.

El diámetro de perforación más habitual es de 75,5mm, que recupera un testigo de 54,7mm de diámetro.

Con objeto de conseguir una resolución adecuada, ha sido necesaria la ejecución de un total de 14 sondeos a rotación, batería simple y 101mm de perforación y 98mm de revestimiento (BS-WIDIA-SECO/AGUA) que van desde los 8,10m a los 24,85m de profundidad.

En la Tabla 5.1 se recoge la profundidad alcanzada en cada uno de estos sondeos, así como el número de ensayos SPT llevados a cabo y el número de muestras inalteradas (MI) y parafinadas (MP) extraídas.

Tabla 5-1: Resumen de los sondeos realizados

SONDEO N°	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS RECOGIDAS	N° DE ENSAYOS SPT
SCC-1	13,75	MI: 2, MP: 3	5
SCC-2	15,08	MI: 2, MP: 3	5
SCC-3	24,85	MI: 1, MP: 5	6
SSS-1	9,87	MI: 2, MP: 1	4
SSS-2	19,20	MI: 2, MP: 5	6
SSS-3	24,85	MI: 1, MP: 5	6
SSS-4	12,27	MI: 1, MP: 2	3
SSS-5	19,87	MI: 2, MP: 3	7
SSS-6	20,70	MI: 2, MP: 4	8
SB-1	18,07	MI: 0, MP: 5	4
SB-2	8,10	MI: 1, MP: 1	1
SB-3	14,79	MI: 0, MP: 2	5
SB-4	15,00	MI: 0, MP: 4	4
S-1	10,50	MI: 1, MP: 1	3

Los sondeos señalados en negrita son los más importantes y representativos para nuestra parcela de estudio. A partir de estos sondeos realizamos el perfil geológico-geotécnico a estudiar y con las muestras obtenidas en los sondeos se realizó una campaña de ensayos de laboratorio de identificación, caracterización química, resistencia y deformabilidad de los suelos. El resto de los sondeos nos fueron útiles al correlacionar la información extraída de ellos con nuestro perfil y así poder ver como se distribuyen los materiales en la parcela, además de obtener más información sobre ellos en ensayos de laboratorio.

En el Anexo A se recoge la testificación de la campaña de sondeos mecánicos realizada.

5.2.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR, SPT

Constituye el ensayo o prueba más utilizada en la realización de sondeos, consiste en la introducción de una tubería abierta mediante la percusión de un martillo.

En campo se registra el número de golpes necesarios para introducir la tubería 60 cm en el terreno, agrupando el número de golpes cada 15,00 cm.

El resultado del SPT es el valor del número de golpes efectuados en los 30 cm centrales.

Este valor es fundamental para la evaluación de los parámetros resistentes, especialmente en suelos arenosos, en los que es imposible tomar muestras inalteradas.

Si tras 100 golpes la tubería no ha descendido los 15 cm, el resultado es rechazo. Es importante registrar la profundidad de penetración con esos 100 golpes. Como la tubería es abierta se recoge una muestra alterada para identificar el suelo.

La tabla 5.2 presenta una clasificación orientativa de la compacidad del terreno en base al SPT.

Tabla 5-2: Clasificación orientativa de la compacidad del terreno en base al SPT.

GOLPEO N_{30}	GRADO DE COMPACIDAD DEL TERRENO
< 3	Muy floja
4 a 10	Floja
10 a 30	Compacta
30 a 50	Densa
> 50	Muy densa

Fuente: Terzaghi y Peck, (1948).

La identificación de los sondeos donde se realiza el ensayo, las profundidades, las unidades litológicas en las que se ejecuta y los valores N_{30} se muestran en el Anexo B.

5.2.3 PENETROMETRO BORROS

El penetrómetro Borros, es un tipo de prueba de penetración dinámica con registro continuo, que se emplea en la caracterización de un terreno.

Consiste en la introducción en el suelo, mediante golpes de martillo de una tubería cerrada, como la puntaza en mayor que la tubería, se suele considerar que no hay rozamiento entre el terreno y la tubería y el resultado está relacionado con la resistencia del terreno en el entorno de la punta. Para introducir esta tubería en el

terreno se utiliza el mismo peso que en el ensayo SPT (63,5 Kg) que dejamos caer desde una altura de 50 cm (en el caso del SPT cae desde una altura de 76 cm).



Figura 5-1: Ensayo Borros en la parcela de estudio

Se registran los golpes que es preciso dar para avanzar 20 cm. La sucesión de esta serie de golpes es el resultado del reconocimiento. El registro se continúa cada 20 cm hasta que se alcanza la profundidad deseada de reconocimiento o se encuentra un nivel duro en el que se produce rechazo, es decir con 100 ó 150 golpes no se ha podido descender los 20 cm. Es importante indicar si el rechazo se ha producido por un horizonte homogéneo o por una partícula dura y grande (lentejón).

Un horizonte, incluso de pequeño espesor, puede causar rechazo, por tanto no se podrá asegurar nada de los horizontes subyacentes a éste.

Se han realizado un total de ocho penetraciones dinámicas hasta una profundidad de rechazo. En la tabla 5-3 se muestra la profundidad máxima de penetración en cada ensayo. Los marcados en negrita corresponden con los ensayos realizados en la zona más representativa para nuestra zona de estudio. Los demás ensayos nos permiten, comparándolos y relacionándolos con los sondeos, obtener importante información a la hora de la caracterización del material del suelo.

Tabla 5-3: Resumen de las penetraciones Borros.

PENETROMETRO N°	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)
P-1	6,75
P-2	5,50
P-3	5,19
P-4	3,40
P-5	2,55
P-6	2,80
P-7	6,80
P-8	3,50

En el Anexo C se recogen los resultados obtenidos en los penetrómetros dinámicos tipo BORROS realizados.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en la campaña de campo, se han realizado un conjunto de ensayos de laboratorio, que se resumen en la tabla 5-4 .

Tabla 5-4: Número de ensayos de laboratorio realizados con las muestras.

TIPO DE ENSAYO	NUMERO DE ENSAYOS
Análisis granulométrico	34
Limites de Atterberg	32
Humedad natural	17
Densidad aparente y seca	17
Compresión simple	20
Contenido en sulfatos	5
Carbonatos en suelo	4
Presión crítica de hinchamiento	6
Corte directo	3
Peso específico	3
Colapso	2
Análisis granl. por sedimentación	1
Acidez Baumann-Gully	2

De todas las muestras se han efectuado un análisis granulométrico y se han establecido sus límites de Atterberg, a partir de estos ensayos podemos hacer una clasificación del suelo.

Se han realizado ensayos de caracterización química con el fin de determinar la agresividad del terreno frente al hormigón.

La totalidad de la información de los ensayos se recopila en el Anexo F.

6 MARCO GEOLÓGICO LOCAL

6.1 INTRODUCCIÓN

La posición del perfil geológico-geotécnico que hemos utilizado en este estudio se encuentra cortando la parcela de estudio longitudinalmente. La figura 6-2 corresponde a la representación del perfil I-I'. La leyenda del perfil geológico-geotécnico se muestra en la figura 6-3. El plano 1 muestra el perfil realizado en AUTOCAD.



Figura 6-1: Posición de los sondeos y del corte I-I' sobre el terreno de estudio.

6.1.1 PERFIL GÓLOGICO-GEOTÉCNICO

Para poder elaborar el perfil I-I' hemos tenido que recurrir a la información obtenida de los sondeos SB-3 y SB-4.

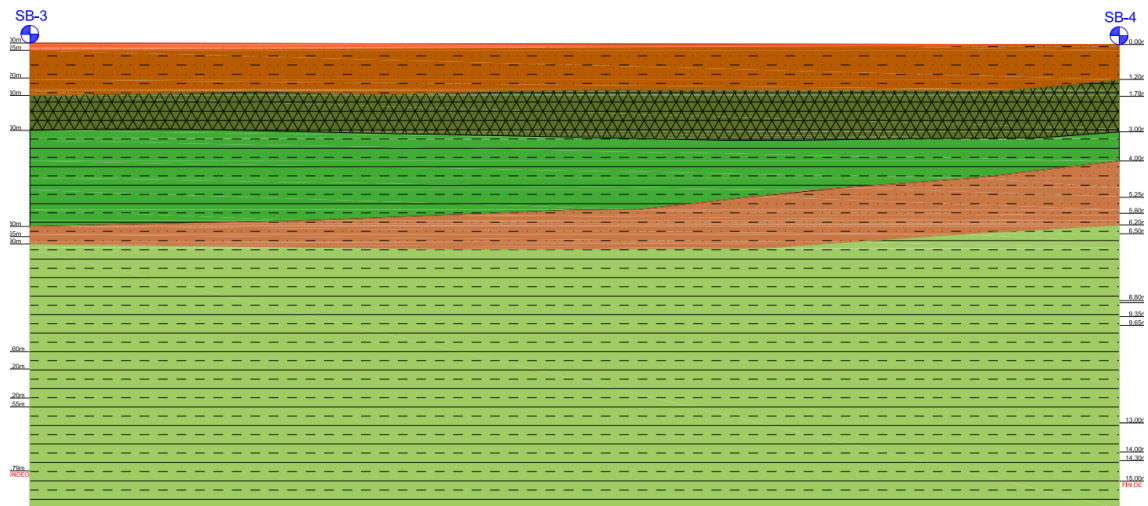


Figura 6-2: Perfil geológico-geotécnico I-I'.

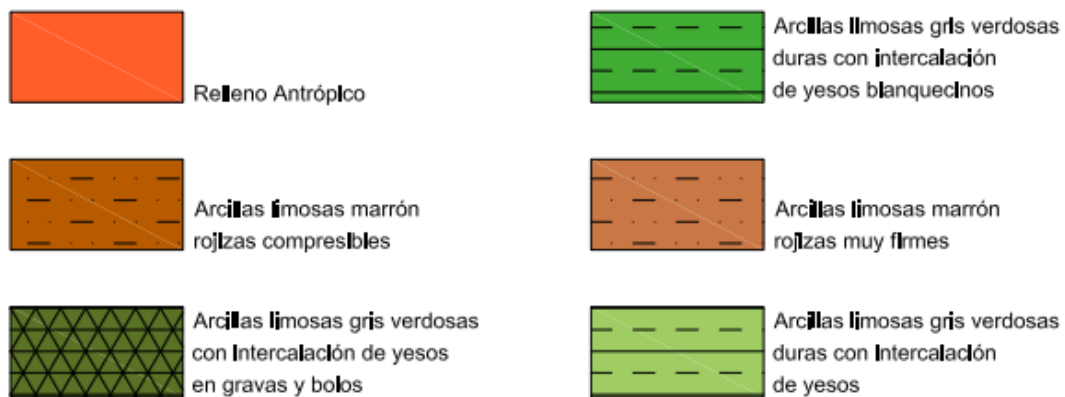


Figura 6-3: Leyenda del perfil geológico-geotécnico.

De la disposición litológica podemos ver una continuidad a lo largo de todo el tramo de estudio en dirección EO.

En cuanto a la descripción de los sondeos podemos ver:

- Comienza con un nivel de relleno antrópico correspondiente a arenas, gravas y arcillas marrones procedentes de la explanada en el sondeo SB-3, con una

potencia de 0,25 m. Este nivel va a ir acuniándose en dirección E hasta desaparecer y no salir reflejado en el sondeo SB-4.

- A continuación se nos presenta a muro un nivel de arcillas formes marrón rojizas compresibles. Este nivel tiene una potencia de 1,55m en el sondeo SB-3 y 1,20m en el sondeo SB-4. Se le realizó un ensayo SPT en el sondeo SB-3 entre las cotas 1,20-1,80m con valores de $N_{30} = 18$.
- Posteriormente aparece un estrato de arcillas limosas gris verdosas, con intercalación de yesos blanquecinos en forma de gravas y bolos. Este nivel presenta una potencia de 1,20m en SB-3 y de 1,80m en SB-4. A este nivel se le realizo un ensayo SPT en el sondeo SB-4 entre las cotas 1,20-1,78m con valores de $N_{30} = 34$ y un rechazo justo en el tramo anterior.
- En la cota de 3 m comienza un nivel de arcillas limosas duras, grises verdosas con intercalaciones de yesos blanquecinos en forma nodular. Este nivel presenta una gran potencia en el sondeo SB-3 de 3,3m y se va acuniando en dirección E hasta presentar una potencia de 1m en el sondeo SB-4. A este nivel se le realizo un ensayo SPT en el sondeo SB-3 con rechazo.
- A continuación se presenta un pequeño nivel de arcillas marrón rojizas en SB-3 de 0,60m que va a ir ganando potencia hacia el E hasta alcanzar los 2,50m en SB-4. De este nivel se va a tomar un testigo parafinado en el sondeo SB-3 para su posterior análisis en laboratorio.
- Por último comenzando a cota 6,90m y 6,50m respectivamente en los sondeos SB-3 y SB-4 encontramos un nivel de arcillas limosas, gris verdosas y duras con intercalaciones yesíferas blanquecinas. Este es un nivel de gran potencia que alcanza el fin de los sondeos a 14,79m y 15,00m respectivamente en los sondeos SB-3 y SB-4. De él se tomaron testigos parafinados en ambos sondeos y se le realizaron ensayos SPT también en ambos sondeos obteniendo resultados $N_{30} = 32$ y 42 en SB-3 a cota de 10,60-11,20m y dos rechazos en SB-4 a las cotas de 8,80-8,87m y 14,00-14,30m.

No se encontraron niveles con una cantidad de agua que nos hiciese pensar haber encontrado el nivel freático en los sondeos realizados en esta parcela.

7 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

7.1 MARCO DE REFERENCIA

La Comunidad de Madrid geotécnicamente hablando se encuentra dividida y subdividida según las características mecánicas de sus suelos. Existen dos regiones y estas a su vez están divididas en siete áreas por similitudes en sus características geo-mecánicas. La zona de estudio en la que nos encontramos se encuentra dentro de la segunda región, caracterizada por ser terrenos hundidos por debajo de los 1000 m, correspondientes a los relieves que forman la sub-meseta Sur. Dentro de esta región nos encontramos en el área conocida como II₄ y que comprende el total de las formaciones arcillosas y arcilloso-yesíferas.

7.2 FORMACIONES ARCILLOSAS Y ARCILLOSO-YESIFERAS

El parámetro elegido para la caracterización del área ha sido la presencia de yesos, tanto en forma masiva como en nivelillos o diseminados. Resulta difícil y engañosos definir las características geotécnico-constructivas del área, ya que la forma en la que se nos presentan los yesos (arcillas, margas, yesos masivos) es amplio y con características diversas.

Presenta una morfología de formas redondeadas donde aparecen yesos masivos.

Su permeabilidad es prácticamente nula y su drenaje malo. Raramente aparecen en el área niveles freáticos, y cuando lo hacen están a profundidades superiores a 15m.

Respecto a las condiciones constructivas, las capacidades de carga tienen un periodo de variación bastante amplio, desde altas a bajas, sin embargo, en ella, son posibles la aparición de asientos bruscos, por disolución continuada de los yesos, así como la detección de aguas altamente selenitosas de gran atacabilidad hacia los cementos normales.

Estos aspectos hacen necesaria una preparación especial del terreno con vistas a cualquier tipo de cimentación. Siempre que las estructuras se asienten sobre yesos habrá que evitar que el agua alcance los niveles yesíferos y utilizar cementos que resistan el ataque de aguas selenitosas.

Dentro de las facies geológicas terciarias descritas, se pueden distinguir distintas formaciones geotécnicas con diferentes características.

7.2.1 TOSCO

Arcillas limo-arenosas color ocre o amarillento, con tramos arenosos. Niveles intercalados de naturaleza similar a la transición tosco-peñuela. Localmente, en las zonas más elevadas, pueden encontrarse gravillas. Aparecen también tramos algo calcáreos.

El tosco no sobrepasa el límite líquido de 40. Sin embargo, los niveles activos presentan mayor plasticidad.

Los valores medios de densidad seca oscilan entre 1,85 y 1,91 g/cm³, siendo este valor más bajo para las capas intermedias.

Los valores medios de humedad oscilan del 13 al 15%, aunque la gama de resultados es muy amplia, oscilando normalmente entre el 8 y el 22%. En las capas más plásticas intercaladas pueden esperarse valores más altos, pudiendo alcanzar los señalados para la transición tosco-peñuela.

El valor medio de la resistencia a compresión simple oscila entre 1,05 MPa y 1,6 MPa.

7.2.2 TRANSICIÓN TOSCO-PEÑUELA

Sepiolitas, bentonitas, sílex y productos calcáreos y dolomíticos. Las sepiolitas y bentonitas son muy frecuentes, apareciendo entremezcladas o en estratos individualizados de espesores relativamente reducidos, en general no superiores a unos dos metros. Se presenta en el contacto entre tosco y peñuela del S y E de Madrid.

Estos materiales tienen valores de densidades secas muy reducidas, que oscilan alrededor de 1 g/cm³.

Las sepiolitas y bentonitas pueden alcanzar humedades muy elevadas, habiéndose determinado valores para las primeras de hasta el 100 % y para las segundas del 75 %.

7.2.3 PEÑUELA

Arcillas y arcillas margosas gris azulado o verdoso y marrones, endurecidas, con tramos de areniscas micáceas. A veces, son calcáreas denominándose “cayuelas”, de color blanquecino, y con algunos niveles detríticos que pueden llegar a formar lentejones de arena micácea.

Intercalados en la peñuela se encuentran capas de muy alta plasticidad, sílex y sepiolitas que pueden constituir niveles activos.

El límite líquido de la peñuela gris suele oscilar entre 50 y 80, sobrepasando raras veces el valor 100, salvo en intercalaciones específicas, siendo el valor medio de 68.

El índice de plasticidad varía normalmente entre 18 y 45, con un valor medio de 30.

La peñuela marrón, en que deriva por cambio lateral de facies la gris verdosa hacia el borde de la cuenca, va perdiendo globalmente plasticidad, hasta llegar a convertirse también lateralmente en un tosco.

La densidad seca de la peñuela típica tiene un valor medio de 1,45 g/cm³.

La humedad oscila entre el 16 y el 44 %, siendo la media de entre el 30 y el 32 %.

La resistencia a compresión simple de las peñuelas varía entre 0,5 MPa y 2,4 MPa, siendo su valor medio de 1,5 MPa.

7.3 UNIDADES LITOGENÉTICAS

El conjunto de ensayos de campo y de laboratorio realizados sobre las distintas muestras tomadas en los sondeos han permitido realizar una caracterización geotécnica de los materiales detectados en el subsuelo de la parcela en estudio. Los subniveles geológicos diferenciados se han agrupado en dos unidades geotécnicas:

- N-1: Arcillas limosas marrón rojizas.

Correspondiente a un nivel de << Peñuelas>>, materiales terciarios y más concretamente del Mioceno, las cuales al haber sufrido un episodio o episodios de alteración suelen tomar tonos pardos marrones.

- N-2: Arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.

Correspondiente a un nivel característico de << Peñuelas>>, conjunto litológico de lutitas o arcillas fuertemente litificadas por sobre-consolidación o cementaciones carbonatadas, de coloraciones fundamentalmente gris verdosas.

El resto de formaciones geológicas no constituyen unidades lito-geotécnicas debido a su escasa presencia y potencia.

7.3.1 ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN ROJIZAS

En este nivel se han ensayado diez muestras, tomadas a profundidades variables entre 0,25 y 6,80 m.

De este conjunto de muestras; 6 pertenecen a los sondeos SB-3 y SB-4, sondeos realizados sobre la parcela de estudio, de donde se extrajeron parafinadas 2 del primer sondeo y 4 del segundo para conservar sus propiedades inalteradas y poder realizar la caracterización.

Las otras 4 muestras pertenecientes a otros sondeos de la campaña, nos sirvieron para contrastar información.

Identificación geotécnica del material

Desde un punto de vista granulométrico, este nivel está formado por partículas tamaño grava (tamaño superior a 2 mm) en proporciones variables entre 0 y 5 %, por partículas tamaño arena (tamaños comprendidos entre 2 y 0,08 mm) con proporciones fluctuando entre 5 y 20% y partículas limosas y arcillosas (tamaños inferiores a 0,08 mm) con proporciones entre 80 y 95 %. Las curvas granulométricas se pueden observar en la figura 7-1.

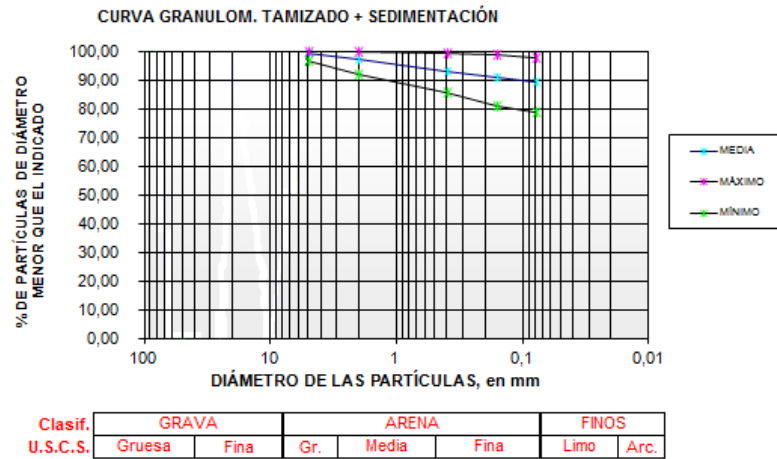


Figura 7-1: Curvas granulométricas del nivel 1: Arcillas limosas marrón rojizas comprimibles.

Con la fracción fina de estos materiales, se han realizado otros nueve ensayos para la determinación de los límites de Atterberg.

Los valores de plasticidad se recogen en el Gráfico de Casagrande presentado en la figura 7-2. El límite líquido varía entre 72 y 60 %, con un valor medio de 68 %, mientras que el correspondiente índice de plasticidad varía entre 42 y 30%, de media 36 %.

Estos resultados indican que esta fracción fina tiene una plasticidad elevada característica de limos y límite líquido mayor del 50 %. Según el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado (USCS) el material estaría clasificado entre MH-OH.

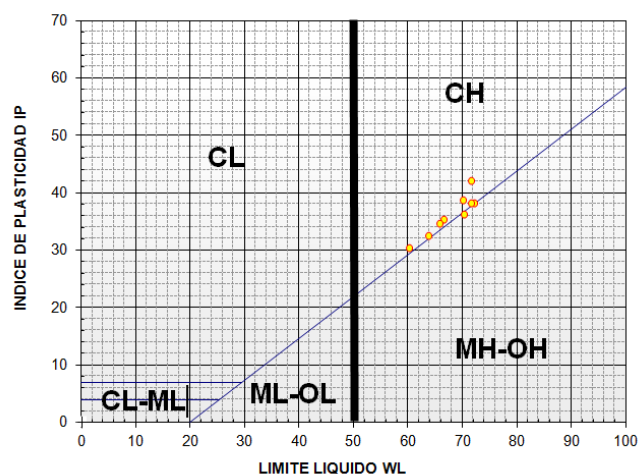


Figura 7-2 :Gráfico de Casagrande para los limos marrón rojizos comprimibles.

Análisis del estado natural del material

La humedad natural está comprendida entre 27,7 y 37,4 %, con un valor medio de 31,3 %. En la mayoría de los casos estos valores están por debajo del correspondiente límite plástico.

Por su parte, la densidad seca varía entre 17,50 y 13,50 kN/m³, con un valor medio de 14,89 kN/m³.

Identificación química

Se han realizado ensayos en laboratorio para la identificación química de éste material dando como resultado:

- Contenido en materia carbonatos (CO₂) de 3.6 %
- Contenido en sulfatos solubles (SO₃) de 0,22 %

Características resistentes

Se realizaron seis ensayos de resistencia a compresión simple con las muestras obtenidas de este nivel, con valores comprendidos entre 270 y 640 kPa. En la figura 7-3 se observa los valores de resistencia a compresión simple y la profundidad a la que se extrajeron las muestras ensayadas.

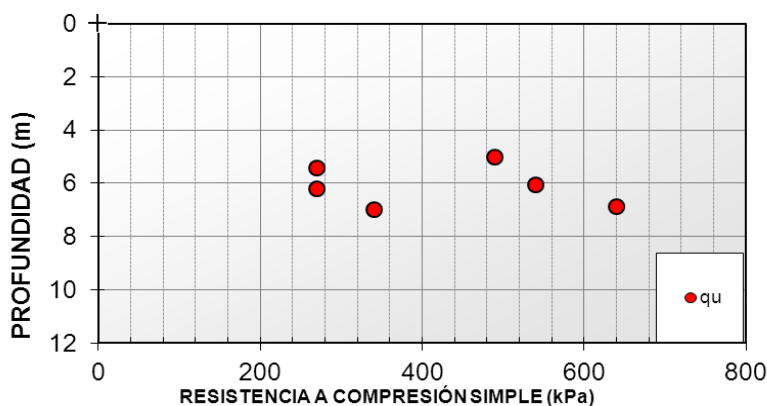


Figura 7-3: Resultados de los ensayos de compresión simple en los limos marrón rojizos comprimibles.

Los ensayos SPT realizados han dado como resultado valores desde los 18 golpes/30 cm hasta el rechazo (más de 100 golpes/30 cm) como se ha mencionado en la descripción del perfil geotécnico anteriormente. Los resultados indican que la resistencia del material depende de si se encuentra más o menos cementado.

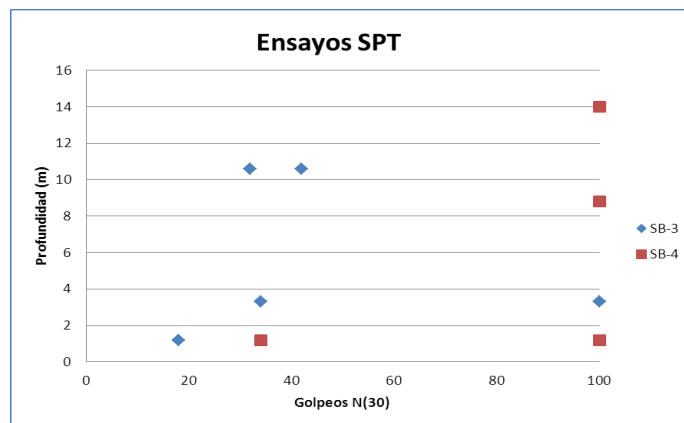


Figura 7-4: Ensayos SPT realizados, relación golpes-profundidad NI.

Se ha realizado también un ensayo de corte directo obteniéndose un valor de cohesión efectiva (c') de 9,9 kPa y ángulo de rozamiento interno efectivo (ϕ') de $2,12^\circ$.

Comportamientos volumétricos

En laboratorio se han realizado tres ensayos de presión de hinchamiento que han dado como resultado presiones de 1,40, 1,55, 1,70 y 1,80 kp/cm², respectivamente.

Se han realizado, además, dos ensayos de índice de colapso obteniéndose ambos valores nulos.

7.3.2 ARCILLAS LIMOSAS GRIS VERDOSAS CON YESOS

En este nivel se han ensayado diez y nueve muestras, tomadas a profundidades variables entre 1,20 y 15,00 m. En este nivel es frecuente que aparezcan lentejones y capas de arenas e incluso areniscas, en las que son características las tonalidades verdosas y una fuerte presencia de micas.

Identificación geotécnica del material

Desde un punto de vista granulométrico, este nivel está formado por partículas tamaño

grava (tamaño superior a 2 mm) en proporciones variables entre 0 y 10 %, por partículas tamaño arena (tamaños comprendidos entre 2 y 0,08 mm) con proporciones fluctuando entre 10 y 30% y partículas limosas y arcillosas (tamaños inferiores a 0,08 mm) con proporciones entre 70 y 90 %. Las curvas granulométricas se pueden observar en la figura 7-4.

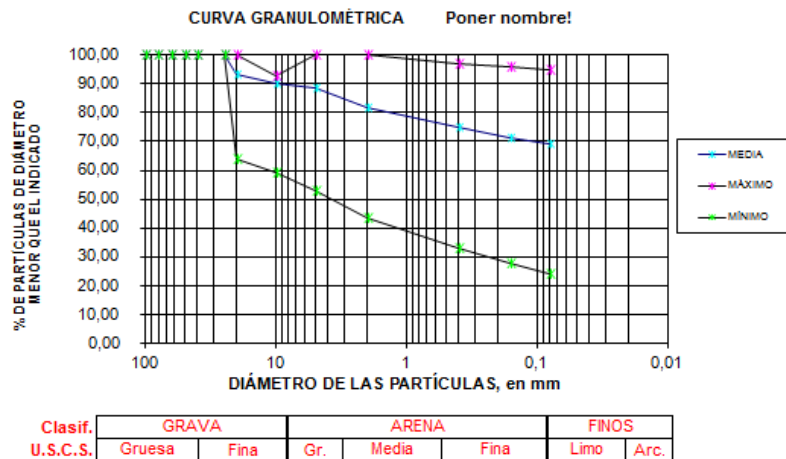


Figura 7-5: Curvas granulométricas del nivel de arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.

Con la fracción fina de estos materiales, se han realizado tres ensayos de determinación de los límites de Atterberg. Los valores de plasticidad se recogen en el Gráfico de Casagrande presentado en la figura 7-5. El límite líquido varía entre 72 y 41 %, con un valor medio de 56 %, mientras que el correspondiente índice de plasticidad varía entre 40 y 14 %, de media 27 %.

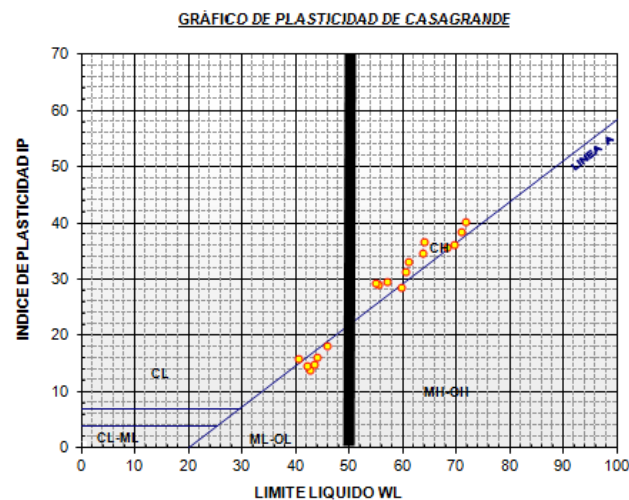


Figura 7-6: Gráfico de Casagrande para las arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.

Estos resultados indican que esta fracción se corresponde con la fracción vista en la gráfica del nivel anterior, entre 30 y 40, pero con además unas arenas arcillosas-limosas inorgánicas, de plasticidad baja (entre CL-CH y ML-MH, según USCS) correspondiente como se comentó anteriormente a las intercalaciones típicas de este nivel, las cuales en la gráfica quedarían representadas por ese pequeño grupo entre 10 y 20.

Análisis del estado natural del material

La humedad natural está comprendida entre 18,4 y 32,6 %. En todos los casos estos valores están por debajo del correspondiente límite plástico.

Por su parte, la densidad seca varía entre 12,80 y 18,60 kN/m³.

Identificación química

Se han realizado ensayos en laboratorio para la identificación química de éste material dando como resultado:

- Contenido en materia carbonatos (CO₂) de 3,7 %
- Contenido en sulfatos solubles (SO₃) de 2,9 %

Características resistentes

Se realizaron trece ensayos de resistencia a compresión simple con las muestras obtenidas de este nivel, con valores comprendidos entre 80 y 2390 kPa. En la figura 7-6 se observa los valores de resistencia a compresión simple y la profundidad a la que se extrajeron las muestras ensayadas.

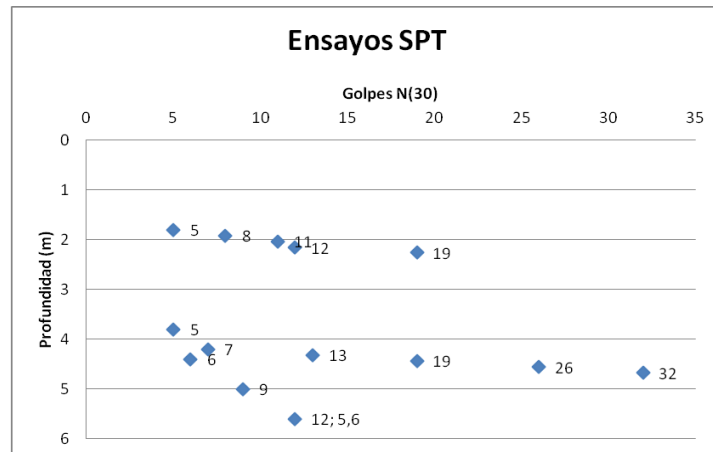


Figura 7-7: Ensayos SPT realizados, relación golpes-profundidad NII

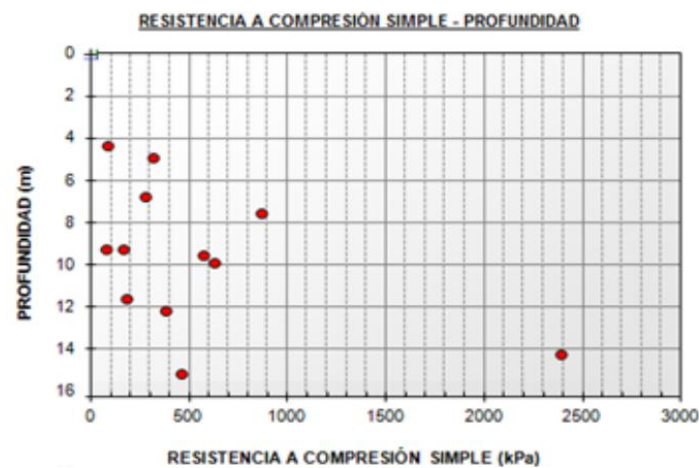


Figura 7-8: Resultados de los ensayos de compresión simple en las arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.

En laboratorio se ha realizado un ensayo de corte directo obteniéndose un valor de cohesión efectiva (c') de 35 kPa y ángulo de rozamiento interno efectivo (ϕ') de 18°.

7.3.3 CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN

Como conclusión de nuestra caracterización geo-mecánica, podemos llegar a la conclusión de que nos encontramos con unos materiales característicos del Terciario y más concretamente del Mioceno llamados <<Peñuelas>>.

Características de las Peñuelas

Está constituida por un conjunto litológico de lutitas o arcillas fuertemente litificadas por sobre-consolidación o cementaciones carbonatadas, de coloraciones fundamentalmente gris verdosas con episodios marrones en alteración. Correlacionando con nuestro corte geológico-geotécnico podemos ver esas alternancia en nuestra zona de estudio.

De forma generalizada se encuentran con intercalaciones muy carbonatadas, de color blanquecino, que reciben el nombre de "cayuelas". Las peñuelas son arcillas muy plásticas con límite líquido habitualmente en el intervalo 50-90%, que se localizan en el campo de las arcillas de alta plasticidad.

La expansividad de las Peñuelas es proporcional al contenido de montmorillonita, las presiones de hinchamiento suelen ser típicamente inferiores a $0,6 \text{ kp/cm}^2$, aunque podría llegarse hasta los 5 kp/cm^2 . Como alude la propia denominación, "peñuelas", se trata de materiales muy compactos y resistentes en general.

En general la resistencia de las peñuelas depende mucho de la humedad natural o más probablemente del índice de consistencia.

7.3.4 PARAMETROS DE CÁLCULO

En las obras de soterramiento de la M-30 y de la ampliación del Metro de Madrid se han estudiado a fondo la formación de las peñuelas entre otras, dando lugar a varias publicaciones en las que se recogen valores de distintos parámetros geotécnicos.

En la Tabla 7-1 se muestra resumidamente los parámetros geotécnicos obtenidos a partir de la caracterización geotécnica que nosotros hemos realizado para cada nivel y comparando los datos que de las distintas publicaciones sobre las formaciones geotécnicas del área de Madrid antes mencionadas con los datos por nosotros obtenidos:

Límite líquido de 70% en publicación y nosotros podemos ver que en nuestro estudio presentan entre un 60 y un 72%.

Límite plástico de 33,5% en publicación y en nuestro estudio entre un 30 y un 40%.

Densidad seca de $1,4 \text{ g/cm}^3$ y en nuestro estudio de entre $1,28$ y $1,86 \text{ g/cm}^3$

Podemos llegar a la conclusión de que estos parámetros pueden ser utilizados para los cálculos del presente proyecto ya que el nivel geotécnico de los limos arcillosos verdes de alta plasticidad se corresponde a la formación de las peñuelas.

Tabla 7-1: Parámetros geotécnicos obtenidos a partir de caracterización geotécnica.

PARAMETRO	N-1 Arcillas limosas marrón rojizas	N-2 Arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos.
Finos (%)	80-90	70-90
Límite líquido (%)	60-72	60-72
Índice de plasticidad (%)	30-42	30-40
Humedad natural (%)	27,7-37,4	18,4-32,6
Densidad seca (kN/m^3)	13,5-17,5	12,8-18,6
Resistencia a compresión simple (kPa)	270-640	80-2390
N_{30}	18 (1,20-1,78m)	34 (5,80-620m)
Cohesión (kPa)	9,9	35
Φ' (°)	2,12	18
Coeficiente de balasto kN/m^3	-	350000-500000
Presión de hinchamiento	1,4-1,8	0,55-0,9
Contenido en M.O (%)	<1%	<1%
Contenido S.S (%)	0,22	2,9
Contenido Carbonatos (%)	3,6	3,7

8 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

Una vez analizados los resultados de las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para caracterizar desde el punto de vista geotécnico los materiales existentes en la zona de estudio, se dan una serie de recomendaciones para el correcto dimensionamiento geotécnico de la cimentación y excavación contemplado en la construcción del edificio.

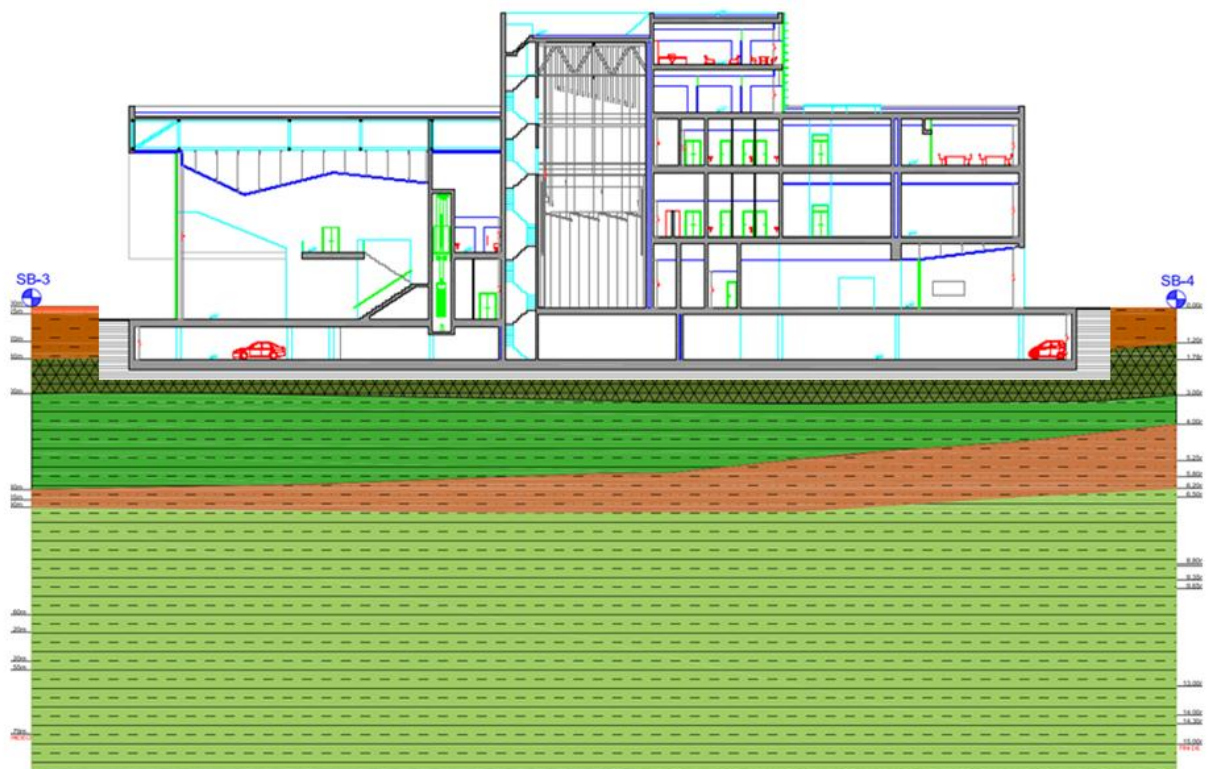


Figura 8-1 : Perfil geológico-geotécnico I-I' con el edificio.

La profundidad de la altura del talud a excavar será aproximadamente de unos 5 metros, alcanzando el nivel estudiado anteriormente y del que hemos obtenido sus características geotécnicas.

8.1 CIMENTACIÓN

8.1.1 RECOMENDACIÓN

La forma más sencilla y económica de ejecutar la cimentación es mediante una cimentación superficial. Por ello, en primer lugar se analiza si es geotécnicamente viable cimentar el edificio mediante zapatas. Si el terreno no es capaz de aguantar los esfuerzos transmitidos por el edificio se debe buscar una alternativa de cimentación, ya sea mediante losa, o recurrir a una cimentación profunda, mediante pilotes.

8.1.2 CARGA ADMISIBLE MEDIANTE SPT

En primer lugar se calcula la carga admisible del terreno, utilizando para ello la formulación propuesta en el Código Técnico de la Edificación para el cálculo de zapatas a partir del ensayo SPT, para el caso de $B^* \geq 1,2$ m (siendo B^* el ancho eficaz de la zapata). En este caso se suponen zapatas de dimensiones 3 x 3 metros de planta:

$$q_{adm} = 8N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B^*} \right] \left(\frac{S_t}{25} \right) \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*} \right)^2 \text{ kPa} \quad (1)$$

Siendo:

- q_{adm} la carga admisible por el terreno para que no se produzca hundimiento
- N_{SPT} el valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B^*$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B^*$ por debajo de la misma
- D profundidad en el terreno a la que se sitúa la base de la zapata en metros
- S_t asiento total admisible en milímetros

Introduciendo en (1) los valores de $N_{SPT} = 31$ golpes/30 cm, $D = 2$ m, $B^* = 3$ m y $S_t = 25$ mm (valor máximo admitido en el CTE), se obtiene un valor de $q_{adm} = 365$ kPa.

8.1.3 CARGA ADM. A CORTO PLAZO CON DATOS DE LABORATORIO

A continuación se calcula de nuevo la carga admisible por el terreno mediante métodos analíticos. Al tratarse de un material arcilloso (cohesivo) se utiliza la expresión propuesta en el CTE simplificada para el caso más desfavorable, que se corresponde con el valor a corto plazo. Para ello se necesita el valor de la resistencia al corte sin drenaje (S_u), que es la mitad de la resistencia a compresión simple (q_u). En la figura 8-1 se muestran los valores de la resistencia a compresión simple obtenidos en el laboratorio, la cota a la cual se ha extraído la muestra ensayada y la cota de la cimentación.

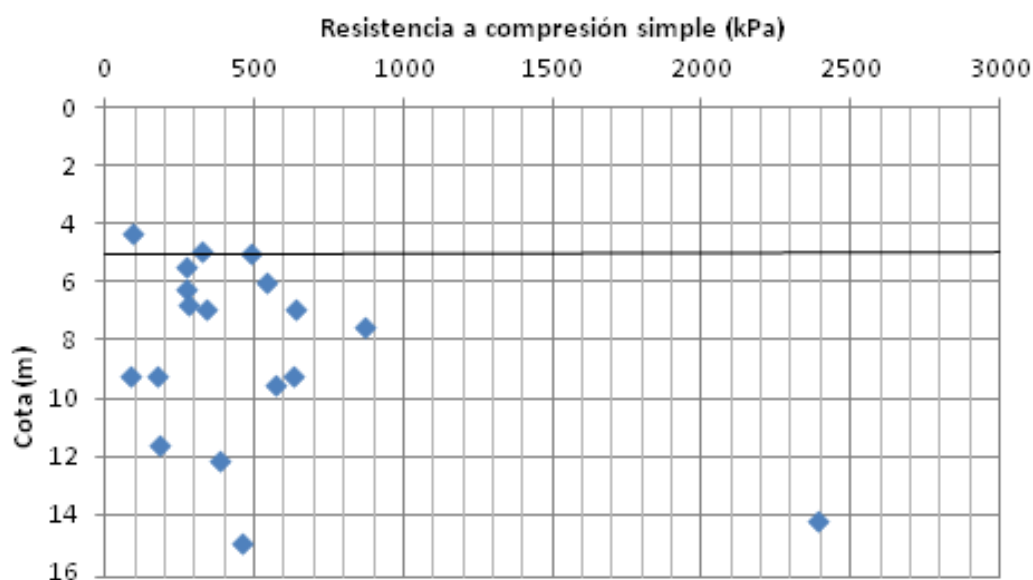


Figura 8-2: Gráfico de resistencia a compresión simple y cota de la muestra.

En la figura 8-2 se observa valores dispersos en un grupo con valores comprendidos entre los 80 y 870 kPa, obtenidos en muestras extraídas a cotas de entre 4 y 16 metros y un valores 2390 kPa a cota 13m que descartamos. En nuestro estudio, la muestras del Nivel 2, es la más abundante, y en unas cotas más próximas a la cota de cimentación. Por ello, se utiliza este valor de resistencia a compresión simple para el cálculo de 250 kPa. Así pues el valor de S_u adoptado para el cálculo es de 125 kPa.

La expresión analítica propuesta en el CTE para el cálculo de la carga de hundimiento a corto plazo tiene la forma:

$$q_h = S_u \cdot N_c \text{ kPa} \quad (2)$$

Siendo:

q_h la carga de hundimiento

N_c factor de capacidad de carga para corto plazo

Introduciendo en (2) un valor de $S_u = 125$ kPa y de $N_c = 5,14$ (tal como se propone en el CTE), se obtiene un valor de $q_h = 645$ kPa.

Para calcular la carga admisible ha de aplicarse un factor de seguridad a la carga de hundimiento, que en el caso de cimentaciones el valor a adoptar es de 3:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} \quad (3)$$

Siendo:

FS el factor de seguridad

Así con $FS = 3$, se obtiene un valor de $q_{adm} = 215$ kPa.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en el laboratorio, el caso más desfavorable, es el que obtiene un valor de carga admisible de 215 kPa, por ello, en principio, se propone no superar esta presión para evitar el hundimiento del terreno.

8.1.4 CARGA ADMISIBLE A CORTO PLAZO

Dado que los suelos miocenos de Madrid son suelos sobre-consolidados, los procesos de carga inherentes a la cimentación de un edificio no producirán sobrepresiones intersticiales. Además, la resistencia a compresión simple es inferior a la que se obtiene mediante la correlación con el valor del N_{SPT} , presentada en la fórmula (4). Por tanto, es posible realizar el cálculo basándose en los parámetros geotécnicos en tensiones efectivas sobre las formaciones geotécnicas de Madrid.

$$q_u = 8N_{SPT} \text{ kPa} \quad (4)$$

De (4) se obtiene un valor de $q_u = 248$ kPa, siendo entonces el valor de $S_u = 124$ kPa. Utilizando este valor en (2) se tiene un valor de $q_h = 637,4$ kPa. De (3) se obtiene un valor de $q_{adm} = 215$ kPa.

8.1.5 CARGA ADMISIBLE A LARGO PLAZO

Por último se calcula el valor de la carga admisible a largo plazo, utilizando para ello la fórmula propuesta en el CTE:

$$q_h = c' N_c d_c s_c i_c t_c + q_0 N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma' N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma \text{ kPa} \quad (5)$$

Siendo:

c' la cohesión efectiva

q_0 la presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base

γ' el peso específico aparente

N_c, N_q, N_γ los correspondientes factores de capacidad de carga

d_c, d_q, d_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad

s_c, s_q, s_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento

i_c, i_q, i_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical

t_c, t_q, t_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud

El valor de q_0 se calcula de la siguiente forma:

$$q_0 = \gamma h \quad (6)$$

Siendo:

h la profundidad a la que se sitúa la base del cimiento

Los factores de capacidad de carga se calculan mediante la formulación que se propone en el CTE:

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} e^{\pi \tan \phi'} \quad (7)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot g \phi' \quad (8)$$

$$N_\gamma = 1,5(N_q - 1) \operatorname{tg} \phi' \quad (9)$$

Siendo:

Φ' el ángulo de rozamiento interno

Los factores de profundidad tienen como formulación:

$$d_c = 1 + 0,34 \cdot \operatorname{arccot} \operatorname{tg} \phi' \cdot (D / B^*) \quad (10)$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \frac{N_q}{N_c} (1 - \operatorname{sen} \phi')^2 \quad (11)$$

$$d_\gamma = 1 \quad (12)$$

Los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento se calculan mediante:

$$S_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{B^*}{L^*} \quad (13)$$

$$S_q = 1 + 1,5 \cdot \operatorname{tg} \phi' \cdot \frac{B^*}{L^*} \quad (14)$$

$$S_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B^*}{L^*} \quad (15)$$

Cuando la componente horizontal de la resultante sea menor del 10 % de la vertical, los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical, se pueden tomar como:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \quad (16)$$

Cuando el grado de inclinación sea igual o menor que cinco se podrá considerar:

$$t_c = t_q = t_\gamma = 1 \quad (17)$$

Tomando como valores $c' = 35$ kPa, $h = 5$ m, $\gamma' = 20$ kN/m³ y $\Phi' = 18^\circ$, se obtiene de (6) $q_0 = 100$ kPa; de (7), (8) y (9), $N_q = 5,25$, $N_c = 13,08$ y $N_\gamma = 2,071$; de (10), (11) y (12), $d_c = 1,15$, $d_q = 1,72$; de (13), (14) y (15), $s_c = 1,2$, $s_q = 1,48$ y $s_\gamma = 0,7$.

Tomando estos valores de (5) se obtiene un valor de $q_h = 2017$ kPa. De (3) se obtiene un valor de $q_{adm} = 673$ kPa.

8.1.6 DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS

Una vez establecida la carga admisible por el terreno que es de 340 kPa se calcula el lado con el que se proyectan las zapatas cuadradas mediante la expresión (18):

$$q_{adm} = \frac{Q}{B^2} \text{ kPa} \quad (18)$$

Siendo:

Q la carga total transmitida por cada pilar en kN

B el lado de la zapata en metros

Con una $Q = 2050 \text{ kN}$, dato aportado por el ingeniero estructural y una $q_{adm} = 215 \text{ kPa}$, de (18) se obtiene un valor para el lado de la zapata de $B = 3 \text{ metros}$.

8.1.7 ASIENTOS

Para estimar los asientos producidos por las cargas actuantes transmitidos por las zapatas, se recurre al cálculo mediante el método elástico propuesto por Steinbrenner. El cálculo del asiento producido bajo la esquina de una zapata cargada uniformemente, se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$s_e = KqB \frac{1-\nu^2}{E} \text{ (en metros)} \quad (19)$$

Siendo:

K el coeficiente de forma

q la carga uniforme aplicada sobre la superficie de la zapata

B ancho de la zapata

ν el coeficiente de Poisson

E el módulo elástico

Para una zapata cuadrada $K = 0,561$; siendo $q = 215 \text{ kPa}$, $B = 3 \text{ m}$, $\nu = 0,27$ y $E = 100000 \text{ kPa}$; de (19) se obtiene un asiento de $s_e = 3,3 \text{ mm}$.

El asiento producido en el centro de la zapata es el doble producido en la esquina de la misma, así se tiene que $s_c = 6,6$ mm.

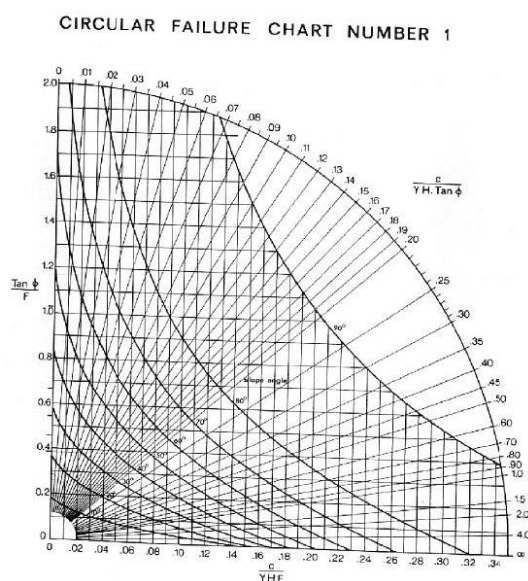
A la vista de los resultados obtenidos para los asientos, se puede concluir que dichos asientos son admisibles para el tipo de edificio a construir, siendo el máximo admisible de 25 mm según el CTE.

8.2 EXCAVACIÓN

Para la construcción del edificio y su zona de aparcamiento subterráneo es necesario realizar una excavación, que puede realizarse por medios mecánicos convencionales dado que se trata de un terreno ripable, sin necesidad de recurrir a voladuras.

Se ha de efectuar la excavación al abrigo de estructuras de contención para evitar el derrumbe de las paredes.

En primer lugar se analiza si es necesaria la ejecución de dicha estructura. Para ello, se calcula la inclinación del talud máxima con la que será estable utilizando un factor de seguridad de 1,5. Utilizando el ábaco de Hoek y Bray, presentado en la figura 8-3, para el caso de tener un ángulo de rozamiento interno efectivo de 18° , considerando una cohesión efectiva de 35 kPa y ausencia de nivel freático, se obtiene una inclinación máxima de unos 70° .



Por motivos de seguridad, ya que existirán apoyos en el trasdós, y con objeto de aprovechar el máximo espacio para el aparcamiento subterráneo, se propone recurrir a la ejecución de una estructura de contención tipo pantalla.

8.3 PANTALLAS

La necesidad de contener las paredes de la excavación obliga a utilizar pantallas que pueden llegar hasta los cinco metros de altura.

Las pantallas se ejecutan desde la superficie, realizando una serie de pilotes de hormigón armado, excavados y hormigonados “in situ”, que pueden estar separados unos de otros debido a la ausencia de un nivel freático y que el material es cohesivo.

Los parámetros geotécnicos utilizados en los métodos de cálculo de pantallas van orientados en primer lugar a la determinación del empuje activo y pasivo del terreno. Se debe tener en cuenta la variación del empuje en función de la deformación, es necesario definir las condiciones de tensión iniciales del terreno y unos módulos de deformación o coeficientes de balasto horizontal.

Para el dimensionamiento de la pantalla podrán adoptarse los valores propuestos en la Tabla 8-1, para los distintos parámetros geotécnicos necesarios en el cálculo.

Tabla 8-1: Parámetros geotécnicos para el cálculo de pantallas

Densidad aparente (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Φ (°)	K_h (kN/m ³)	K_A	K_p^*
20	35	18	400000	0,66	0,95

Según el CTE los valores del coeficiente de empuje activo y del coeficiente de empuje pasivo, tienen como expresión:

$$K_A = \left[\frac{\cos \epsilon \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}}} \right]^2 \quad (20)$$

$$K_p = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta + \phi)}{\sqrt{\sin(\beta - \delta) - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi)\sin(\phi + i)}{\sin(\beta - i)}}}} \right]^2 \quad (21)$$

Siendo:

Φ el ángulo de rozamiento interno

β e i los ángulos indicados en la figura 8-4

δ el ángulo de rozamiento entre el terreno y la estructura de contención

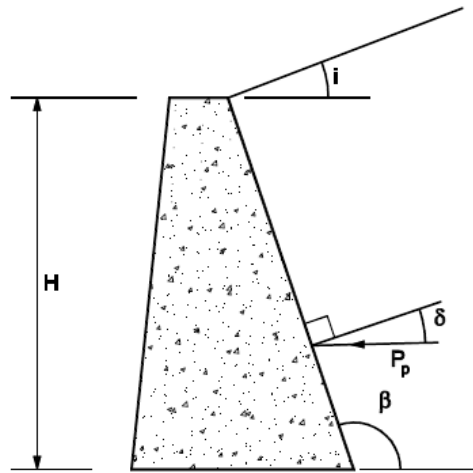


Figura 8-4: Datos geométricos para el cálculo de pantallas

En éste caso se toman como valores $\beta = 90^\circ$, $i = 0^\circ$, $\delta = 18^\circ$.

El coeficiente de empuje pasivo debe minorarse mediante un factor de seguridad, que en este caso será de 1,5. En este sentido, el coeficiente de empuje pasivo utilizado para el cálculo tiene como expresión:

$$K_p^* = \frac{K_p}{1,5} \quad (22)$$

Por último se realiza el cálculo del empotramiento mínimo de las pantallas en el terreno, para lo cual se han de tomar momentos de las leyes de empuje activo y de empuje pasivo e igualarlos, según la expresión (23):

$$\frac{1}{6} \gamma K_A (H + t)^3 = \frac{1}{6} \gamma K_p^* t^3 \quad (23)$$

Siendo:

H la altura de la pantalla

t el empotramiento de la pantalla

En este caso $H = 5$ m, de lo que resulta un valor del empotramiento mínimo en el terreno de $t = 6,5$ m. Por motivos de seguridad se recomienda aumentar el empotramiento de la pantalla un 20 %, resultando un empotramiento $t^* = 7,8$ m.

Así, la altura total de la pantalla a ejecutar ha de ser la suma de la altura del voladizo y del empotramiento calculado: $H + t^* = 12,8$ m.

9 CONCLUSIONES

- El edificio proyectado para el cuál se ha realizado el presente estudio geotécnico se emplaza sobre un terreno constituido en su mayor parte por la conocida formación geotécnica de las peñuelas.
- Se ha diseñado una campaña de reconocimiento de campo y unos ensayos de laboratorio en función de los estudios de otros autores sobre éstas formaciones geotécnicas y cumpliendo lo establecido en el Código Técnico de la Edificación.
- El estudio de la geología regional y local ha contribuido a reforzar la idea de que el material de objeto de estudio se trata de las típicas peñuelas de la zona de Madrid.
- Se ha realizado una caracterización geotécnica de los niveles geotécnicos de los materiales a partir de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio. Según la granulometría y la plasticidad se puede asegurar que efectivamente los limos arcillosos verdes de alta plasticidad se corresponde a las peñuelas.
- Para ejecutar una correcta cimentación se ha establecido que el terreno tiene una carga admisible de 215 kPa y que las zapatas deben ser cuadradas de 2,5 metros de lado.
- El cálculo de asentamiento de la cimentación en nuestro terreno de estudio de unos 3,5 mm en las esquinas y de unos 6,5 mm en el centro de la zapata.
- La ejecución del edificio obliga a acometer una excavación que puede realizarse mediante métodos mecánicos convencionales. Las paredes de la excavación pueden llegar a tener una inclinación de 70 °. Sin embargo por motivos de seguridad y de espacio se ejecutarán unas pantallas de contención.
- Las pantallas para contener la excavación se efectúan mediante pilotes hormigonados “in situ” y han de tener una longitud total 12,8 metros, siendo su voladizo de 5 metros.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO
EN COSLADA (Madrid)

DOCUMENTO Nº 2: ESTUDIO ECONÓMICO

1 RESUMEN DE COSTES

El estudio económico del proyecto se realiza para estimar un coste aproximado de la redacción del estudio geotécnico.

El coste total incluye los costes derivados de los trabajos de campo, los ensayos de laboratorio y la redacción del estudio.

1.1 COSTES DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de la campaña de reconocimiento en campo realizados en la parcela de estudio han sido catorce sondeos y ocho penetraciones dinámicas tipo Borros.

En el Anexo E se recogen detalladamente los costes estimados de los trabajos realizados en la campaña de reconocimiento de campo.

En total, el coste estimado de los trabajos de campo es de 15.687,55€

1.2 COSTES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Los costes de los ensayos de laboratorio realizados con las muestras obtenidas en la campaña de campo se detallan en el Anexo F.

El coste estimado de los ensayos de laboratorio realizados es de 6895,99€

1.3 COSTES DE REDACCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los costes para la redacción del estudio geotécnico se presentan en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Costes de redacción del estudio geotécnico

Unidades	Redacción del estudio geotécnico	Importe en euros	
		Unitario	Total
1	Redacción del estudio geotécnico	4 000	4 000
	<u>Total redacción del estudio geotécnico</u>		4 000 €

1.4 COSTES TOTALES

Los costes totales que han originado la realización del presente estudio geotécnico ascienden a un importe de 26.583,54 €, como se refleja en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Costes totales


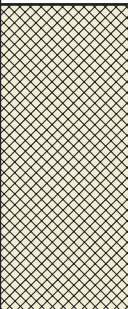


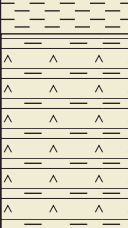
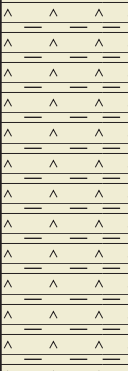
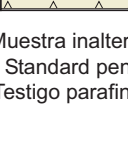

Resumen	Importe
Trabajos de campo	15.687,55€
Ensayos de laboratorio	6895,99€
Redacción del estudio geotécnico	4 000€
<u>Total</u>	26.583,54 €


En la Figura 1-1 se muestra el porcentaje de costes de la campaña de reconocimiento de campo, de los ensayos de laboratorio y de la redacción del estudio geotécnico. Se puede observar como la mayor parte corresponde a los costes de la campaña de reconocimiento de campo.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO EN
COSLADA (Madrid)

DOCUMENTO Nº 3: ANEXOS

ANEXO A: SONDEOS MECÁNICOS

<div></div>						<div>GRAFICO DE SONDEO</div> <div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div> <div>SITUACION: X: Y: Z:</div> <div>MAQUINA: ROLATEC RL-400</div> <div>FECHA COMIENZO:08 - Diciembre - 2009</div> <div>FECHA FINALIZACION:09 -Diciembre - 2009</div> <div>SONDEO: SCC-1</div> <div>HOJA 1 DE 2</div> <div>SONDISTA: Sondeos Robles</div> <div>SUPERVISOR: Alvaro Rodriguez.</div>																									
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	20 40 60 80 % TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)	OBSERVACIONES		
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø				
1		BS-WIDIA-SECO	Ø 101 mm. (w)	Ø 98 mm.			0,00 - 2,10.- Rellenos antrópicos. Arenas con gravas y cantos dispersos de compacidad floja. Color gris-negruzco.																								
2							2,10 - 3,80.- Arcillas limosas de consistencia firme con yeso nodular blanquecino disperso. Alta plasticidad. Color verde.																								
3							3,80 - 6,20.- Arcillas limosas de consistencia blanda a firme con bajo contenido en yeso. Alta plasticidad. Color verde y marrón.																								
4							6,20 - 13,75.- Arcillas limosas de consistencia firme con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso de color blanquecino. Alta plasticidad. Color verde blanquecino.																								
5																															
6																															
7																															
8																															



TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

MAQUINA: ROLATEC RL-400

GRAFICO DE SONDEO

SITUACION: X:
Y:
Z:

FECHA COMIENZO:08 - Diciembre - 2009

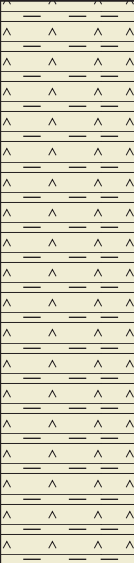
FECHA FINALIZACION:09 -Diciembre - 2009

SONDEO: SCC-1

HOJA 2 DE 2

SONDISTA: Sondeos Robles

SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	20 40 60 80 % TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES					
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)				
11		BD-WIDIA-AGUA					6,20 - 13,75.- Arcillas limosas de consistencia firme con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso de color blanquecino. Alta plasticidad. Color verde blanquecino.		SPT-4	10,00	13	22	50/R		R																			
										10,38																								
										10,90																								
									MP-3																									
12										11,20																								
13																																		
14							Fin del sondeo a 13,75 metros.		SPT-5	13,70	50/R				R																			
15																																		
16																																		
17																																		
18																																		
19																																		


BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.



TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

MAQUINA: ROLATEC RL-400

SITUACION: X:
Y:
Z:

FECHA COMIENZO:09 - Diciembre - 2009

GRAFICO DE SONDEO

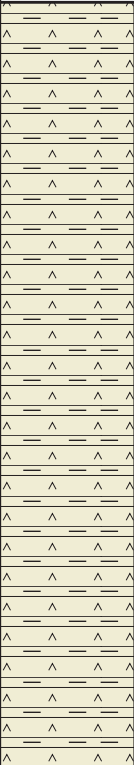
FECHA FINALIZACION:10 -Diciembre - 2009

SONDEO: SCC-2

HOJA 2 DE 2

SONDISTA: Sondeos Robles

SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	20 40 60 80 % TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES			
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)		
11		BD-WIDIA-AGUA					6,20 - 15,08.- Arcillas limosas de consistencia firme con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso de color blanquecino. Alta plasticidad. Color verde.																									
12																																
13																																
14																																
15										SPT-4	11,00																					
											11,55	17	27	46	50/R	73																
15																																
										SPT-5	15,00	50/R																				
16																																
17																																
18																																
19																																

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

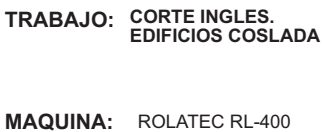


GRAFICO DE SONDEO

SONDEO: SCC-3

HOJA 2 DE 3


SONDISTA: S.C.I.

SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

SITUACION: X:
Y:
Z:

FECHA COMIENZO:07 - Diciembre - 2009**FECHA FINALIZACION:** 10 -Diciembre - 2009[illegible]

BS: Bateria simple.
BD: Bateria doble.
W: Widia.
D: Diamante.



TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

MAQUINA: ROLATEC RL-400

GRAFICO DE SONDEO

SITUACION: X:
Y:
Z:

FECHA COMIENZO:07 - Diciembre - 2009

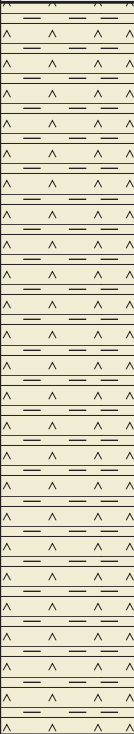
FECHA FINALIZACION:10 -Diciembre - 2009

SONDEO: SCC-3

HOJA 2 DE 3

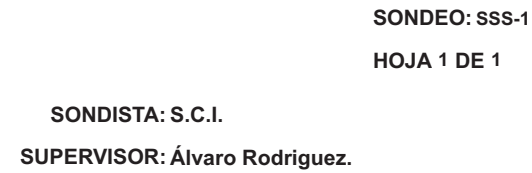
SONDISTA: S.C.I.


SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	20 40 60 80 % TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD		OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø	PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)			
21	BD-WIDIA-AGUA						6,20 - 13,75.- Arcillas limosas de consistencia firme con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso de color blanquecino. Alta plasticidad. Color verde blanquecino.																								
22																															
23																															
24																															
25							Fin del sondeo a 24,85 metros.																								
26																															
27																															
28																															
29																															

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

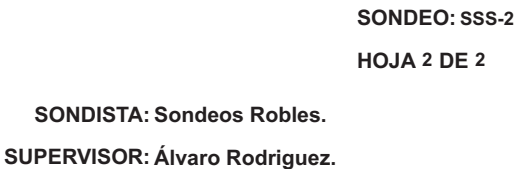
MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.



<div><div>URIEL & ASOCIADOS S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA</div></div>										<div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div> <div>MAQUINA: ROLATEC RL-400</div>										<div>GRAFICO DE SONDEO</div> <div>SITUACION: X: 453473 Y: 4475413 Z: 615</div> <div>FECHA COMIENZO:02- Diciembre - 2009</div>										<div>SONDEO: SSS-2</div> <div>HOJA 1 DE 2</div> <div>SONDISTA: Sondeos Robles.</div> <div>SUPERVISOR: Álvaro Rodriguez.</div>									
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES										
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø	PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)											
1		BS-WIDIA-SECO Ø 101mm.					0,00 - 1,10.- Rv. Rellenos antrópicos. Limos arcillosos de consistencia blanda con cantos dispersos de yeso. Color marrón verdosos. Material removilizado.																																
								1,10 - 2,00.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia firme y alta plasticidad. Color marrón.		MI-1	1,20	7	12	11	14	23																							
2								2,00 - 5,80.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia dura con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso. Alta plasticidad. Color verdoso.		SPT-1	2,40	6	10	14	21	24																							
3																																							
4		BD-WIDIA-AGUA Ø 86mm.																																					
5																																							
6								5,80 - 8,00.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia firme con bajo contenido en yeso nodular. Alta plasticidad color marrón. 6,30 - Presencia de lisos de fracturación.																															
7											MP-1	7,10					31,4	91	66	31	35	CH	2,2	1,7	3,4				170										
8							8,00 - 19,20.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia dura a muy firme con laminaciones de yeso nodular. Alta plasticidad. Color gris-verdoso.	8,20																															
											SPT-3	8,75	35	R		R																							
9												9,10																											
											MP-2	9,35																											

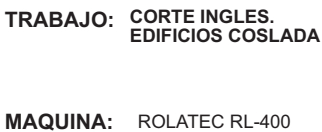
BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
MP: Testigo parafinado.



[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.





SITUACION: X: 453441
Y: 4475400
Z: 615

FECHA COMIENZO: 07 - Diciembre - 2009

HOJA 2 DE 3

SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

BS: Batería simple. MI: Muestra inalterada.
BD: Batería doble. SPT: Standard penetration test.
W: Widia. MP: Testigo parafinado.
D: Diamante.

<div></div>										<div><div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div><div>SITUACION: X: 453441 Y: 4475400 Z: 615</div><div>MAQUINA: ROLATEC RL-400</div><div>FECHA COMIENZO:07 - Diciembre - 2009</div><div>FECHA FINALIZACION:10 -Diciembre - 2009</div><div>SONDEO: SSS-3 HOJA 3 DE 3</div><div>SONDISTA: S.C.I. SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.</div></div>																				
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)
21	BD-WIDIA-AGUA						6,20 - 13,75.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia dura con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso de color blanquecino. Alta plasticidad. Color verde blanquecino.																							
22																														
23																														
24																														
25							Fin del sondeo a 24,85 metros.																							
26																														
27																														
28																														
29																														

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

URIEL & ASOCIADOS
S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

SITUACION: X: 453399
Y: 4475408
Z: 614

MAQUINA: TECOINSA TP-50

FECHA COMIENZO:04 - Diciembre - 2009

FECHA FINALIZACION:07 -Diciembre - 2009

SONDISTA: S.C.I.
SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.

SONDEO: SSS-4
HOJA 1 DE 2

GRAFICO DE SONDEO

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)
1		BS-WIDIA-SECO					0,00 - 1,30.- Rv. Arenas limosas de compacidad floja con restos de fragmentos de caliza y yeso. Color ocre blanquecino.																							
							1,30 - 5,90.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia firme con intercalaciones centimétricas de yeso nodular. Alta plasticidad. Color verde.		MI-1	1,20	21	35	R		R															
2									SPT-1	1,65	6	11	13	20	24															
										2,25																				
3																														
4								4,00																						
5																														
6							5,90 - 7,70.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia firme con bajo contenido en yeso. Alta plasticidad. Color marrón.																							
7																														
8							7,70 - 12,27.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia dura con intercalaciones de yeso nodular. Alta plasticidad. Color verde.		SPT-2	7,50	9	14	20	21	34															
										8,10																				
9																														
									MP-1	9,10						25,1	51	44	29	15	ML	2,03	1,63	0,8						
										9,40																				

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
MP: Testigo parafinado.

[illegible]

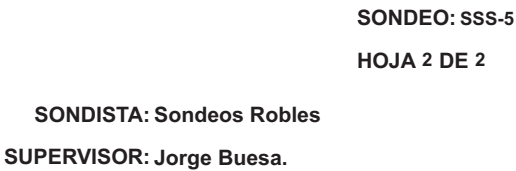
BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
MP: Testigo parafinado.

[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

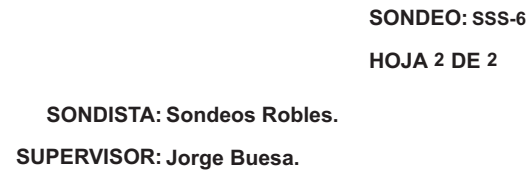
MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.



[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.



		<div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div> <div>SITUACION: X: Y: Z:</div> <div>MAQUINA: ROLATEC RL-48-L</div> <div>FECHA COMIENZO:02- Diciembre - 2009</div> <div>FECHA FINALIZACION:03 -Diciembre - 2009</div> <div>SONDEO: SB-1</div> <div>HOJA 1 DE 2</div> <div>SONDISTA: S.C.I.</div> <div>SUPERVISOR: Jorge Buesa</div>																												
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)
1		ROTACIÓN SECO. BATERIA SENCILLA		Ø 98mm.			0,00 - 0,20.- Relleno antrópico: Aglomerado acera. Arenas y gravas sueltas grisáceas. 0,20 - 1,50.- Relleno antrópico. Arenas gruesas marrones con algo de gravilla de compacidad densa. Se observa algún resto de raiz y de ladrillo. Hacia base arcilla limosa gris.																						* Se instala tubería piezométrica y tapa.	
									1,20																					
								SPT-1	1,55	13	16	50/R	76																	
2							1,50 - 2,20.- Arcillas limosas muy firmes con algo de arena fina. Presencia de fragmentos yesíferos blanquecinos.																							
3		ROTACIÓN AGUA. BATERIA DOBLE.		Ø 86mm.			2,20 - 18,07.- Intercalaciones arcillosas gris verdosas duras. con niveles yesíferos blanquecinos. * De 2,20 - 2,40.- Recuperación bolos yesíferos blanquecinos. * De 2,40 -5,00.- Intercalaciones de yeso masivo blanquecino.																							
4									3,70																					
								SPT-2	4,30	9	19	21	25	40																
								TP-1	4,35																					
5									4,70																					
6																														
7							* De 5,80 -13,00.- Las intercalaciones yesíferas son en forma de nódulos de yeso masivo. En ocasiones yeso cristalino de estructura fibrosa. La proporción de marga y yeso varía con la profundidad.																							
								SPT-PC	6,80	R				R																
									6,85																					
									7,20																					
								TP-2																						
									7,45																					
8																														
9																														

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

[illegible]

BS: Bateria simple.
BD: Bateria doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

[illegible]

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

URIEL & ASOCIADOS
S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

SITUACION: X:
Y:
Z:

MAQUINA: TECOINSA TP-50

FECHA COMIENZO: 14- Diciembre - 2009

FECHA FINALIZACION: 14 -Diciembre - 2009


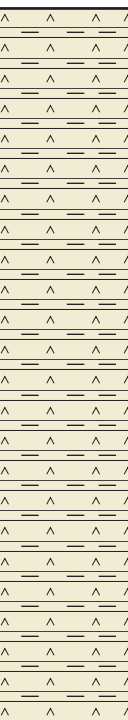
SONDEO: SB-3
HOJA 1 DE 2

SONDISTA: S.C.I.
SUPERVISOR: Jorge Buesa.

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	<div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div> <div>% TESTIGO RECUPERADO</div>	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)
1		BD-WIDIA-SECO		Ø 101mm.			0,00 - 0,25.- Relleno antrópico. Arenas, gravas y arcillas marrones procedentes de la explanada. 0,25 - 1,80.- Relleno. Arcillas formes marrón rojizas. Se comprimen en su recuperación.			1,20																				
2							1,80 - 3,00.- Arcillas limosas gris verdosas con intercalaciones de yesos en forma de gravas y bolos.		SPT-1	1,80	5	7	11	16	18															
3							3,00 - 6,30.- Arcillas limosas duras gris verdosas con intercalaciones de yesos blanquecinos.																							
4		BD-WIDIA-AGUA		Ø 86mm.					SPT-PC		50/R				R															
5																														
6							6,30 - 6,90.- Nivel de arcillas marrón rojizas.			6,65																				
7							6,90 - 14,79.- Arcillas limosas gris verdosas duras con intercalaciones yesíferas blanquecinas.		TP-1	6,85																				
8									SPT-PC		6	13	19	50/R	32															
9																														

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.

<div><div>URIEL & ASOCIADOS S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA</div></div>										<div><div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div><div>SITUACION: X: Y: Z:</div><div>MAQUINA: TECOINSA TP-50</div><div>FECHA COMIENZO: 14- Diciembre - 2009</div><div>FECHA FINALIZACION: 14 -Diciembre - 2009</div><div>SONDEO: SB-3 HOJA 2 DE 2</div><div>SONDISTA: S.C.I. SUPERVISOR: Jorge Buesa.</div></div>																				
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES	
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)
11		BD-WIDIA-AGUA Ø 86mm.					6,90 - 14,79.- Arcillas limosas gris verdosas duras con intercalaciones yesíferas blanquecinas.																							
			SPT-PC	10,60	18			19	23	29	42																			
12																														
			TP-2	12,20																										
13																														
14																														
15							Fin del sondeo a 14,79 metros.		SPT-PC		50/R				R															
16																														
17																														
18																														
19																														

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.





URIEL & ASOCIADOS
S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

TRABAJO: CORTE INGLES.
EDIFICIOS COSLADA

MAQUINA: TECOINSA TP-50

GRAFICO DE SONDEO

SITUACION: X:
Y:
Z:

FECHA COMIENZO: 11- Diciembre - 2009

FECHA FINALIZACION: 11 -Diciembre - 2009

SONDEO: SB-4

HOJA 1 DE 2


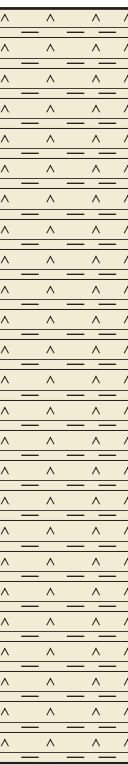
SONDISTA: S.C.I.

SUPERVISOR: Jorge Buesa.

PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	<div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div> <div>% TESTIGO RECUPERADO</div>	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)	OBSERVACIONES
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø		
1		ROT. SECO BAT. SENCILLA		Ø 101mm.			0,00 - 1,20.- Arcillas limosas marrón rojizas, se comprime la recuperación.			1,20																			
2							1,20 - 3,00.- Arcillas limosas gris verdosas con intercalación de yesos blanquecinos en forma de gravas y bolos.		SPT-1	1,78	17	14	20	50/R	34														
3							3,00 - 4,00.- Arcillas limosas muy firmes con intercalación de yeso nodular blanquecino.																						
4							4,00 - 6,50.- Nivel de arcillas limosas marrón rojizas muy firmes.																						
5		ROTACION AGUA BATERIA DOBLE		Ø 86mm.						5,25																			
6									TP-1	5,60																			
7									SPT-2	6,20	4	8	14	16	22														
8																													
9							6,50 -15,00.- Arcillas limosas gris verdosas duras con intercalaciones yesíferas blanquecinas.		SPT-PC	8,80	50/R				R														
										8,87																			
										9,35																			
									TP-2	9,65																			

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.


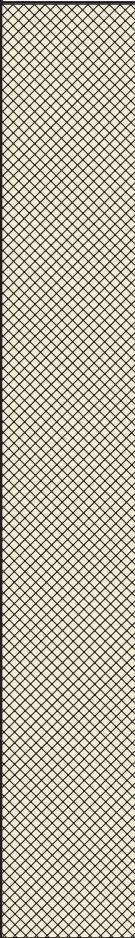

<div><div>URIEL & ASOCIADOS S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA</div></div>										<div><div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div><div>SITUACION: X: Y: Z:</div><div>MAQUINA: TECOINSA TP-50</div><div>FECHA COMIENZO: 14- Diciembre - 2009</div><div>FECHA FINALIZACION: 14 -Diciembre - 2009</div><div>SONDEO: SB-4 HOJA 2 DE 2</div><div>SONDISTA: S.C.I. SUPERVISOR: Jorge Buesa.</div></div>																								
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES					
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)				
11	ROTACIÓN AGUA BAT. DOBLE Ø 86mm.						6,50 -15,00.- Arcillas limosas gris verdosas duras con intercalaciones yesíferas blanquecinas.		SPT-PC	13,00	50/R					R																		
12										13,05																								
13										14,00																								
14									TP-4	14,30																								
15							Fin del sondeo a 15,00 metros.																											
16																																		
17																																		
18																																		
19																																		

BS: Batería simple.
BD: Batería doble.
W: Widia.
D: Diamante.

MI: Muestra inalterada.
SPT: Standard penetration test.
TP: Testigo parafinado.





<div></div>										<div>TRABAJO: CORTE INGLES. EDIFICIOS COSLADA</div>										<div>SITUACION: X: 453374 Y: 4475416 Z: 615</div>										<div>GRAFICO DE SONDEO</div>										<div>SONDEO: S-1 HOJA 1 DE 1</div>									
<div>MAQUINA: ROLATEC RL-48-L</div>										<div>FECHA COMIENZO: 09- Diciembre - 2009</div>										<div>FECHA FINALIZACION: 09 -Diciembre - 2009</div>										<div>SONDISTA: Sondeos Robles. SUPERVISOR: Álvaro Rodríguez.</div>																			
PROFUNDIDAD (m)	MANIOBRAS	SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	DIAMETRO DE REVESTIMIENTO	% TESTIGO RECUPERADO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION DEL TESTIGO	NIVEL FREATICO	MUESTRAS		NUMERO DE GOLPES HINCA TOMAMUESTRAS					HUMEDAD (%)	% PASA TAMIZ 200	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION CASAGRANDE	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO			EXPANSIVIDAD	OBSERVACIONES																				
									TIPO	PROF.	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N30			L.L.	L.P.	I.P.					TIPO	COHESION (Kg/cm ²)	Ø			PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)																			
1		BS. WIDIA. SECO	Ø 101 mm.	Ø 98 mm.	20 40 60 80		0,00 - 6,20.- Rv. Rellenos antrópicos. Limos arcillosos de consistencia muy blanda. Presencia de restos de metales, plásticos y madera. Color gris.																																										
2																																																	
3																																																	
4																																																	
5		BS. WIDIA. AGUA	Ø 86 mm.				6,20 - 10,50.- Terciario. Arcillas limosas de consistencia densa con intercalaciones centimétricas de yeso nodular y fibroso blanquecino. Alta plasticidad. Color verde.																																										
6																																																	
7																																																	
8																																																	
9																																																	
Fin del sondeo a 10,50 metros.																																																	

ANEXO B: ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR, SPT

ENSAYOS SPT

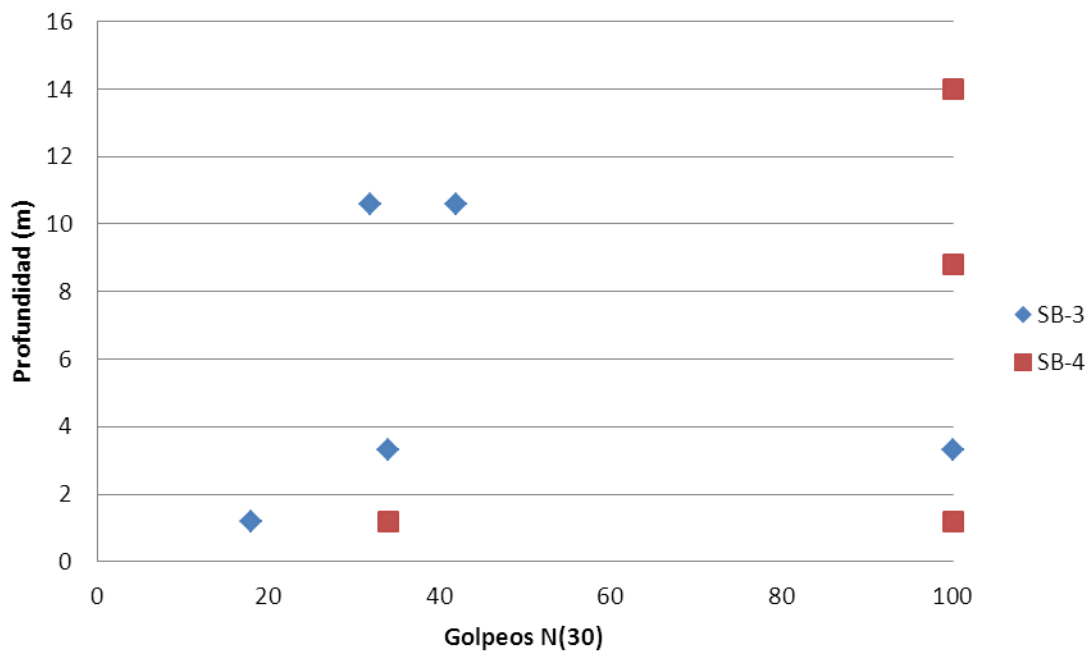
Los ensayos SPT realizados han dado como resultado valores desde los 18 golpes/30 cm hasta el rechazo (más de 100 golpes/30 cm) como se ha mencionado en la descripción del perfil geotécnico anteriormente.

A continuación se muestra el listado de los sondeos realizados indicando en cuales se realizó ensayo SPT y el resultado.

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS RECOGIDAS	Nº DE ENSAYOS SPT
SCC-1	13,75	MI: 2, MP: 3	5
SCC-2	15,08	MI: 2, MP: 3	5
SCC-3	24,85	MI: 1, MP: 5	6
SSS-1	9,87	MI: 2, MP: 1	4
SSS-2	19,20	MI: 2, MP: 5	6
SSS-3	24,85	MI: 1, MP: 5	6
SSS-4	12,27	MI: 1, MP: 2	3
SSS-5	19,87	MI: 2, MP: 3	7
SSS-6	20,70	MI: 2, MP: 4	8
SB-1	18,07	MI: 0, MP: 5	4
SB-2	8,10	MI: 1, MP: 1	1
SB-3	14,79	MI: 0, MP: 2	5
SB-4	15,00	MI: 0, MP: 4	4
S-1	10,50	MI: 1, MP: 1	3

Para nuestro estudio nos hemos centrado en los sondeos SB-3 y SB-4, los cuales nos han permitido realizar el perfil de la zona de estudio para la cimentación. La gráfica siguiente nos muestra la relación del numero de golpes en el ensayo SPT con la profundidad a la que se realizaron.

Ensayos SPT



ANEXO C: PENETRÓMETRO BORROS

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 1	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: P-1		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	14	6,2	41
0,4	21	6,4	49
0,6	38	6,6	60
0,8	40	6,8	100® 6,75 m
1	28	7	
1,2	33	7,2	
1,4	14	7,4	
1,6	9	7,6	
1,8	9	7,8	
2	5	8	
2,2	5	8,2	
2,4	5	8,4	
2,6	5	8,6	
2,8	6	8,8	
3	6	9	
3,2	7	9,2	
3,4	5	9,4	
3,6	5	9,6	
3,8	6	9,8	
4	5	10	
4,2	5	10,2	
4,4	4	10,4	
4,6	4	10,6	
4,8	4	10,8	
5	5	11	
5,2	-	11,2	
5,4	-	11,4	
5,6	13	11,6	
5,8	28	11,8	
6	28	12	





OPERADOR 1 RAFAEL MARTÍN 	OPERADOR 2 ELOY DE ÍBAR 	ENINSIT GEOLOGOS, S.L. C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F 28044 MADRID C.I.F. B-84405851
--	---	--

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 2	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: PSS-1		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	5	6,2	
0,4	18	6,4	
0,6	70	6,6	
0,8	29	6,8	
1	13	7	
1,2	8	7,2	
1,4	9	7,4	
1,6	12	7,6	
1,8	13	7,8	
2	32	8	
2,2	35	8,2	
2,4	26	8,4	
2,6	8	8,6	
2,8	10	8,8	
3	30	9	
3,2	28	9,2	
3,4	16	9,4	
3,6	13	9,6	
3,8	13	9,8	
4	17	10	
4,2	27	10,2	
4,4	17	10,4	
4,6	19	10,6	
4,8	45	10,8	
5	24	11	
5,2	18	11,2	
5,4	64	11,4	
5,6	100® 5,50 m	11,6	
5,8		11,8	
6		12	



OPERADOR 1 RAFAEL MARTÍN 	OPERADOR 2 ELOY DE ÍBAR 	ENINSIT GEÓLOGOS, S.L. C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F 28044 MADRID C.I.F. B-84405851
--	---	--

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)	
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual		NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 3	TIPO ENSAYO: BORRO		
LUGAR DE ENSAYO: PSS-2			

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	10	6,2	
0,4	30	6,4	
0,6	33	6,6	
0,8	14	6,8	
1	17	7	
1,2	20	7,2	
1,4	21	7,4	
1,6	32	7,6	
1,8	25	7,8	
2	11	8	
2,2	19	8,2	
2,4	26	8,4	
2,6	15	8,6	
2,8	10	8,8	
3	7	9	
3,2	7	9,2	
3,4	8	9,4	
3,6	5	9,6	
3,8	13	9,8	
4	14	10	
4,2	10	10,2	
4,4	14	10,4	
4,6	13	10,6	
4,8	7	10,8	
5	7	11	
5,2	100 ® 5,19 m	11,2	
5,4		11,4	
5,6		11,6	
5,8		11,8	
6		12	



OPERADOR 1
RAFAEL MARTÍN

OPERADOR 2
ELOY DE ÍBAR

ENINSIT GEOLOGOS, S.L.
C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F
28044 MADRID
C.I.F. B-84405851

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 18/09/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO N°: 4	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: PSS-3		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	21	6,2	
0,4	40	6,4	
0,6	23	6,6	
0,8	11	6,8	
1	12	7	
1,2	11	7,2	
1,4	9	7,4	
1,6	10	7,6	
1,8	16	7,8	
2	22	8	
2,2	24	8,2	
2,4	19	8,4	
2,6	20	8,6	
2,8	24	8,8	
3	22	9	
3,2	35	9,2	
3,4	100 ®	9,4	
3,6		9,6	
3,8		9,8	
4		10	
4,2		10,2	
4,4		10,4	
4,6		10,6	
4,8		10,8	
5		11	
5,2		11,2	
5,4		11,4	
5,6		11,6	
5,8		11,8	
6		12	



OPERADOR 1 RAFAEL MARTÍN 	OPERADOR 2 ELOY DE ÍBAR 	ENINSIT GEOLOGOS, S.L. C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F 28044 MADRID C.I.F. B-84405851
--	---	--

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)	
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual		NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 5	TIPO ENSAYO: BORRO		
LUGAR DE ENSAYO: PSS-4			

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	9	6,2	
0,4	15	6,4	
0,6	20	6,6	
0,8	14	6,8	
1	15	7	
1,2	17	7,2	
1,4	15	7,4	
1,6	12	7,6	
1,8	14	7,8	
2	24	8	
2,2	31	8,2	
2,4	43	8,4	
2,6	100® 2,55 m	8,6	
2,8		8,8	
3		9	
3,2		9,2	
3,4		9,4	
3,6		9,6	
3,8		9,8	
4		10	
4,2		10,2	
4,4		10,4	
4,6		10,6	
4,8		10,8	
5		11	
5,2		11,2	
5,4		11,4	
5,6		11,6	
5,8		11,8	
6		12	





OPERADOR 1 RAFAEL MARTÍN 	OPERADOR 2 ELOY DE ÍBAR 	ENINSIT GEÓLOGOS, S.L. C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F 28044 MADRID C.I.F. B-84405851
--	---	--

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 6	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: PCC-1		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	28	6,2	
0,4	15	6,4	
0,6	17	6,6	
0,8	17	6,8	
1	16	7	
1,2	14	7,2	
1,4	14	7,4	
1,6	15	7,6	
1,8	17	7,8	
2	17	8	
2,2	19	8,2	
2,4	13	8,4	
2,6	22	8,6	
2,8	100®	8,8	
3		9	
3,2		9,2	
3,4		9,4	
3,6		9,6	
3,8		9,8	
4		10	
4,2		10,2	
4,4		10,4	
4,6		10,6	
4,8		10,8	
5		11	
5,2		11,2	
5,4		11,4	
5,6		11,6	
5,8		11,8	
6		12	



OPERADOR 1 RAFAEL MARTÍN 	OPERADOR 2 ELOY DE ÍBAR 	ENINSIT GEOLOGOS, S.L. C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F 28044 MADRID C.I.F. B-84405851
--	---	--

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 7	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: PCC-2		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	9	6,2	21
0,4	12	6,4	24
0,6	26	6,6	24
0,8	23	6,8	100®
1	16	7	
1,2	14	7,2	
1,4	12	7,4	
1,6	12	7,6	
1,8	12	7,8	
2	12	8	
2,2	11	8,2	
2,4	13	8,4	
2,6	26	8,6	
2,8	34	8,8	
3	28	9	
3,2	49	9,2	
3,4	34	9,4	
3,6	20	9,6	
3,8	16	9,8	
4	17	10	
4,2	16	10,2	
4,4	16	10,4	
4,6	13	10,6	
4,8	9	10,8	
5	9	11	
5,2	8	11,2	
5,4	10	11,4	
5,6	11	11,6	
5,8	15	11,8	
6	17	12	



OPERADOR 1
RAFAEL MARTÍN

OPERADOR 2
ELOY DE ÍBAR

ENINSIT GEOLOGOS, S.L.
C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F
28044 MADRID
C.I.F. B-84405851

CLIENTE: URIEL Y ASOCIADOS, S.A.		OBRA: EDIFICIOS COSLADA (MADRID)
FECHA: 9/12/2009	INICIO: Superficie Topográfica Actual	NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO
ENSAYO Nº: 8	TIPO ENSAYO: BORRO	
LUGAR DE ENSAYO: PCC-3		

Profundidad (m)	Nº Golpes	Profundidad (m)	Nº Golpes
0,2	28	6,2	
0,4	70	6,4	
0,6	80	6,6	
0,8	57	6,8	
1	27	7	
1,2	24	7,2	
1,4	22	7,4	
1,6	19	7,6	
1,8	17	7,8	
2	12	8	
2,2	10	8,2	
2,4	17	8,4	
2,6	23	8,6	
2,8	19	8,8	
3	2	9	
3,2	13	9,2	
3,4	36	9,4	
3,6	100® 3,50 m	9,6	
3,8		9,8	
4		10	
4,2		10,2	
4,4		10,4	
4,6		10,6	
4,8		10,8	
5		11	
5,2		11,2	
5,4		11,4	
5,6		11,6	
5,8		11,8	
6		12	



OPERADOR 1
RAFAEL MARTÍN

OPERADOR 2
ELOY DE ÍBAR

ENINSIT GEOLOGOS, S.L.
C/ Oliva de Plasencia, 24 - 6º F
28044 MADRID
C.I.F. B-84405851

ANEXO D: ENSAYOS DE LABORATORIO



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Densidad aparente y seca

Observaciones:

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO

MADRID, a 28/12/09

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande	CH A-7-5 (20)		
Clasificación AASHTO			
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	72,1	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	33,8	
Índice de plasticidad		38,3	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	28,5	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³) 1,93	Seca (g/cm ³) 1,51
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0	92,2 85,7 81,0 78,8

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

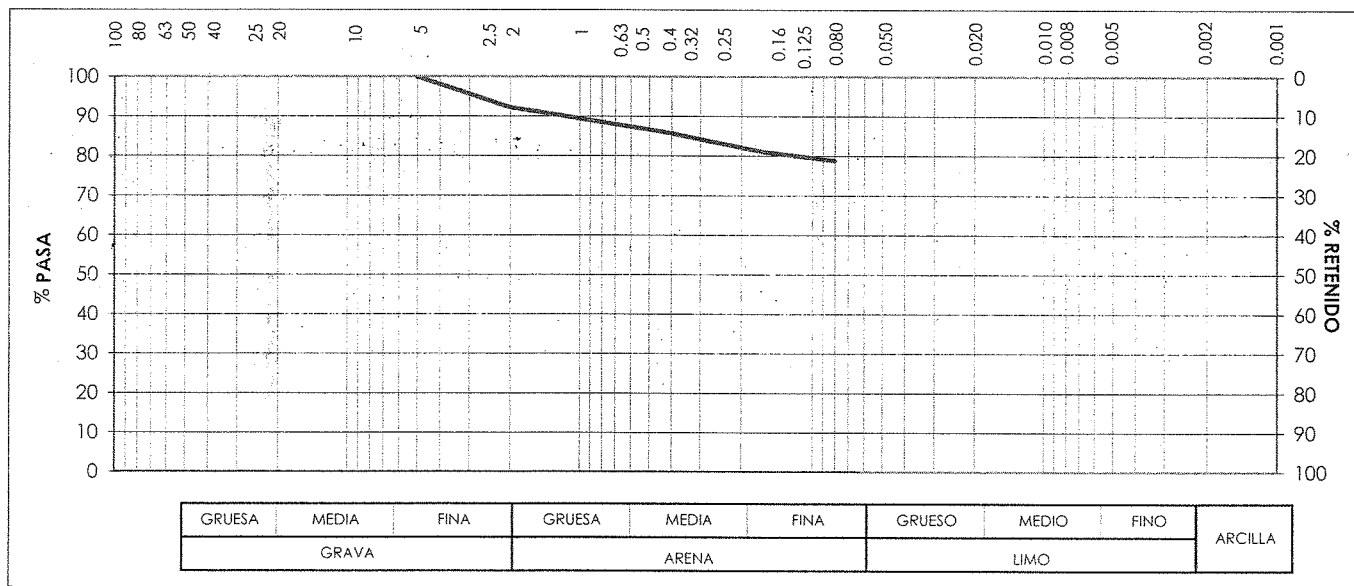
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 17-12-2009

Fecha finalización ensayo: 21-12-2009





EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg

Observaciones: Se adjunta Anexo con resultados Resistencia a Compresión.

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO



MADRID, a 28/12/09

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones en la hoja 1 del
informe

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionar

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO	CH A-7-6 (20)		
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	63,9	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	27,3	
Índice de plasticidad		36,6	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063	100,0 99,9 98,3 92,4 89,9 88,0	
% que pasa			

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

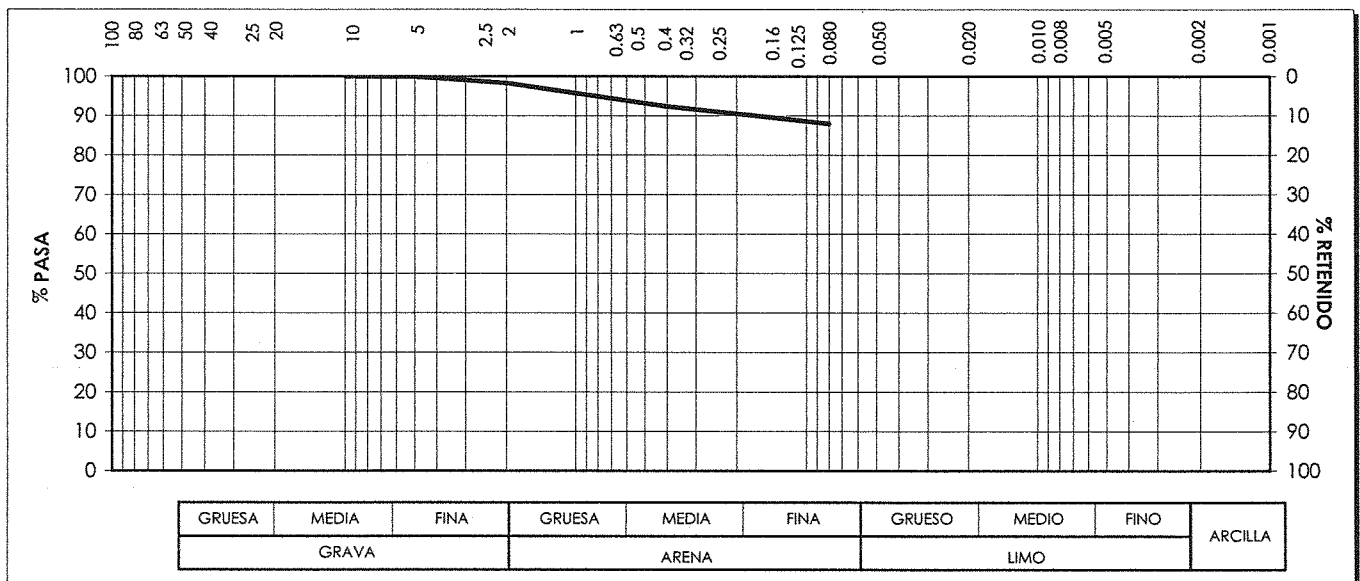
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 21-12-2009

Fecha finalización ensayo: 22-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa											100,0				99,9			98,3			92,4		89,9		88,0	

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
c/ María Tubau, 8
TLF.: 913 589 077 FAX.: 913 589 845
28050 MADRID
fuencarral@eptisa.com

Laboratorio Acreditado en: Ver Dorso

TRABAJO: **EP091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE: **ANEXO**

Pág. 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5 CP:28224 POZUELO DE ALARCON (MADRID)

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA. Sondeo SB-3 Muestra TP Profundidad 6,65 a 6,85 m.

Fecha de toma: **Fecha Inicio:** 17/12/09 **Fecha Fin:** 21/12/09 **Fecha Entrega:** 28/12/09

Muestra: Entregada por el Peticionario en el Laboratorio

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo:

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
--------------------	-------	------------	------------------

Compresión Simple

UNE-103400

Observaciones:

Madrid, a 28 de diciembre de 2009

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez

Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina

Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.

eptisa

MUESTRA: DS-24849

Hoja 2 de 2

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (UNE-103400/93)

TIPO DE MUESTRA : TP

ALTERADA NO

INALTERADA: NO

PROBETA	1
DIÁMETRO cm.	6,96
LADO (A) cm.	7
LADO (B) cm.	6,86
ALTURA INICIAL EN cm.	13,82
VOLUMEN cm ³	525,04
DENSIDAD gr/cm ³	1,50
% HUMEDAD	31,64

VOLUMEN PROBETA

AREA CORREGIDA cm² = -----

ALTURA - DEFORMACIÓN PAR:

INICIAL CADA PUNTO

FORMA DE ROTURA	15
RESISTENCIA EN Kg/cm ²	2,8

DEFORMACIONES	1 cm. = 0,50 mm.
CARGAS	1 cm. = 10 Kg.

Velocidad del Ensayo 1,45 % de Deformación por minuto.

% Deformación Total 2,10

OBSERVACIONES:

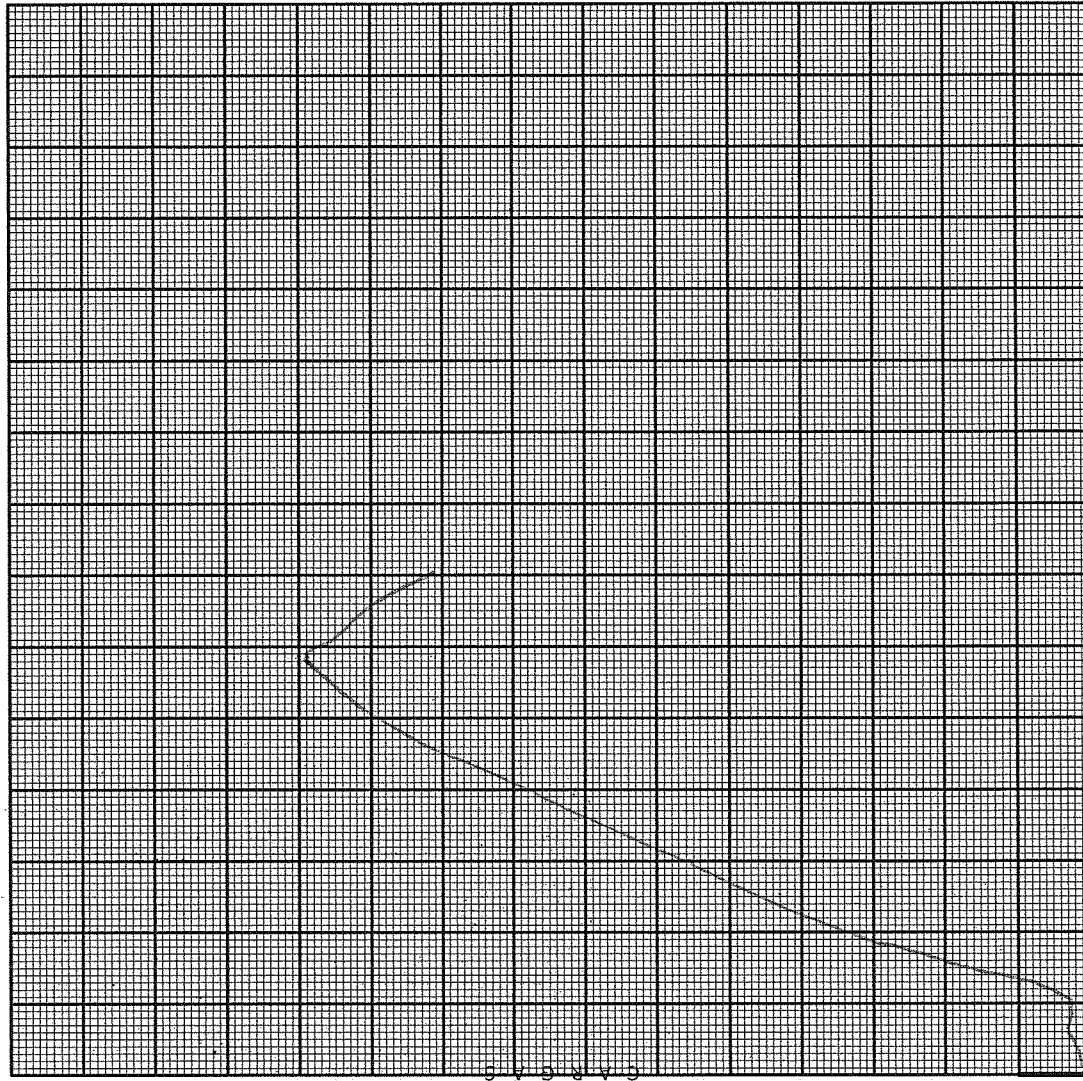
Fecha: 21/12/09

Fdo.: Raúl Sanz Urbina
JEFE DE AREAV.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez
DIRECTOR DEL LABORATORIO

LABORATORIO EPTISA

Telf. 913 589 077 / Fax. 913 589 845
c/ María Tubau, 8
28050 Madrid

Laboratorio Acreditado: Ver Dorso



DEFORMACIONES



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24850**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.78 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Humedad natural
Densidad aparente y seca

Observaciones: No se puede realizar el ensayo de Límites de Atterberg, por falta de muestra.

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

MADRID, a 28/12/09

P.A. PB

V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO

eptisa

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24850**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.78 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	26,6	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³) 1,84 Seca (g/cm ³) 1,45	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa	100,0 87,9 82,2 67,1 43,8 34,4 27,9 24,1		

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24850**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.
(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

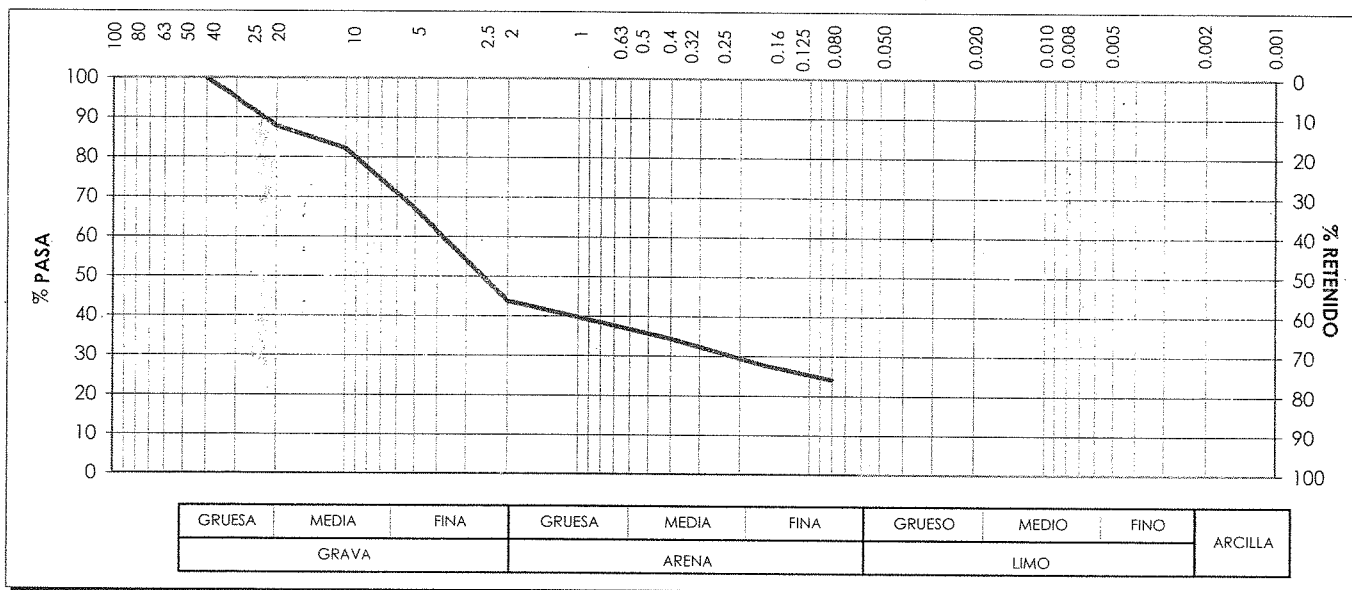
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.78 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 17-12-2009

Fecha finalización ensayo: 21-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa								100,0		87,9		82,2			67,1			43,8			34,4			27,9		24,1

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24851**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 5.25 a 5.60 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico


Límites de Atterberg

Contenido en sulfatos según UNE 103 201:1996 Err:03


Observaciones: Se adjunta Anexo con resultados Resistencia a Compresión.

Áreas de acreditación:

VER DORSO.


V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO



MADRID, a 28/12/09

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24851**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionar

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 5.25 a 5.60 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande	CH A-7-6 (20)		
Clasificación AASHTO			
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	71,6	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	29,4	
Índice de plasticidad		42,2	
Sulfatos solubles (%SO ₃)	UNE 103 201:1996 Err:03	0,22	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa		100,0 99,3 96,0 92,0 88,9	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24851**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

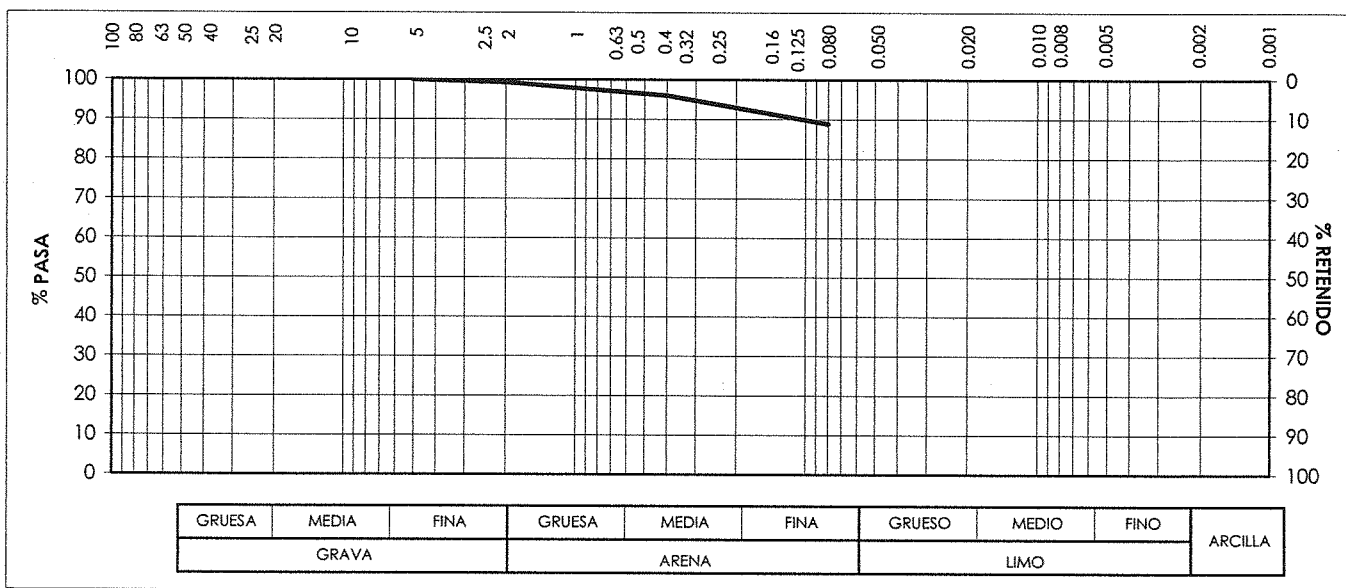
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 5.25 a 5.60 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 21-12-2009

Fecha finalización ensayo: 22-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			99,3			96,0		92,0		88,9	

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
c/ María Tubau, 8
TLF.: 913 589 077 FAX.: 913 589 845
28050 MADRID
fuencarral@eptisa.com

Laboratorio Acreditado en: Ver Dorso

TRABAJO: EP091011-109

MUESTRA: DS.24851

CLAVE: ANEXO

Pág. 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5 CP:28224 POZUELO DE ALARCON (MADRID)

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA. Sondeo SB-4 Muestra TP Profundidad 5,25 a 5,60 m.

Fecha de toma: **Fecha Inicio:** 17/12/09 **Fecha Fin:** 21/12/09 **Fecha Entrega:** 28/12/09

Muestra: Entregada por el Peticionario en el Laboratorio

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo:

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
--------------------	-------	------------	------------------

Compresión Simple

UNE-103400

Observaciones:

Madrid, a 28 de diciembre de 2009

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez

Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina

Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.

eptisa

MUESTRA: DS-24851

Hoja 2 de 2

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (UNE-103400/93)

TIPO DE MUESTRA : TP

ALTERADA NO


INALTERADA: NO

PROBETA	1
DIÁMETRO cm.	7,34
LADO (A) cm.	7,33
LADO (B) cm.	7,35
ALTURA INICIAL EN cm.	13,77
VOLUMEN cm ³	582,66
DENSIDAD gr/cm ³	1,35
% HUMEDAD	37,47

VOLUMEN PROBETA

AREA CORREGIDA cm² =

ALTURA - DEFORMACIÓN PARA
INICIAL CADA PUNTO

FORMA DE ROTURA	
RESISTENCIA EN Kg/cm ²	2,7

DEFORMACIONES	1 cm. = 2,50 mm.
CARGAS	1 cm. = 10 Kg.

Velocidad del Ensayo 1,45 % de Deformación
por minuto.

% Deformación Total 7,99

OBSERVACIONES:

Fecha: 21/12/09



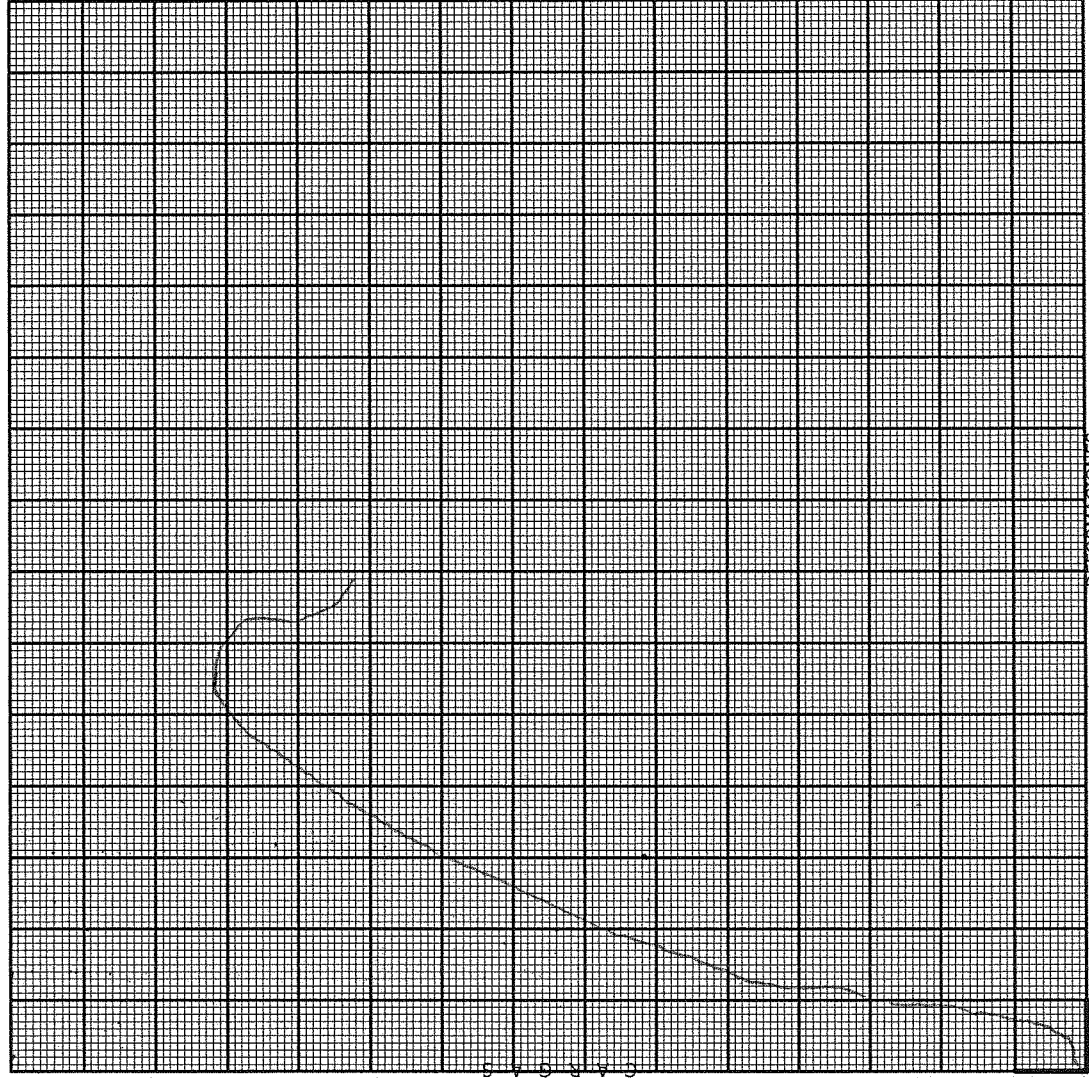

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Fdo.: Raúl Sanz Urbina
JEFE DE AREA

LABORATORIO EPTISA

Telf. 913 589 077 / Fax. 913 589 845
c/ María Tubau, 8
28050 Madrid

Laboratorio Acreditado: Ver Dorso



DEFORMACIONES



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24852**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena e indicios de gruesos. Color beige.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 9.35 a 9.65 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico

Límites de Atterberg

Observaciones: Se adjunta Anexo con resultados Resistencia a Compresión.

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

MADRID, a 28/12/09


V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO




Fdo.: RAUL SANZ-URBINA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24852**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena e indicios de gruesos. Color beige.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 9.35 a 9.65 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		CH	
Clasificación AASHTO		A-7-6 (19)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	55,5	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	26,6	
Índice de plasticidad		28,9	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾			
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,0 94,7 91,3 89,3 87,9	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24852**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.
(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena e indicios de gruesos. Color beige.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

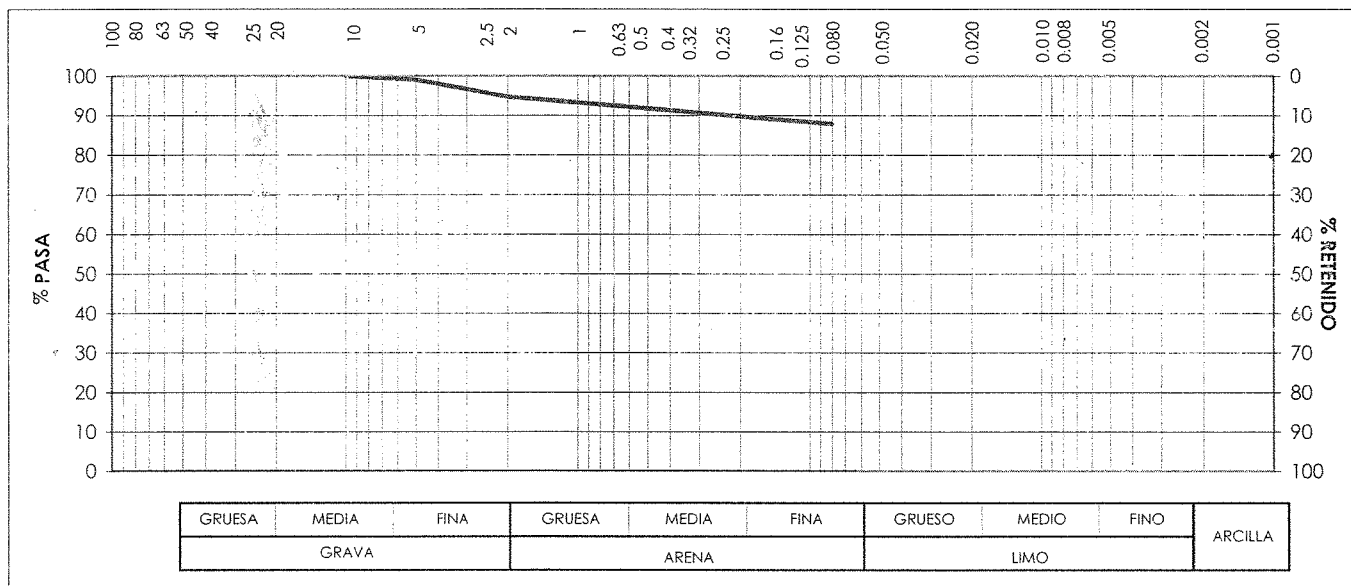
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra TP. Profundidad de 9.35 a 9.65 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 21-12-2009

Fecha finalización ensayo: 22-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063
% que pasa												100.0			99.0			94.7			91.3			89.3		87.9

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
c/ María Tubau, 8
TLF.: 913 589 077 FAX.: 913 589 845
28050 MADRID
fuencarral@eptisa.com

Laboratorio Acreditado en: Ver Dorso

TRABAJO: EP091011-109

MUESTRA: DS.24852

CLAVE: ANEXO

Pág. 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5 CP:28224 POZUELO DE ALARCON (MADRID)

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA. Sondeo SB-4 Muestra TP Profundidad 9,35 a 9,65 m.

Fecha de toma: **Fecha Inicio:** 17/12/09

Fecha Fin: 21/12/09

Fecha Entrega: 28/12/09

Muestra: Entregada por el Peticionario en el Laboratorio

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo:

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
--------------------	-------	------------	------------------

Compresión Simple

UNE-103400

Observaciones:

Madrid, a 28 de diciembre de 2009

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez

Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina

Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.

eptisa

MUESTRA: DS-24852

Hoja 2 de 2

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (UNE-103400/93)

TIPO DE MUESTRA : TP

ALTERADA NO

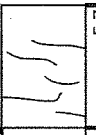
INALTERADA: NO

PROBETA	1
DIÁMETRO cm.	7,20
LADO (A) cm.	7,2
LADO (B) cm.	7,19
ALTURA INICIAL EN cm.	13,8
VOLUMEN cm ³	561,48
DENSIDAD gr/cm ³	1,54
% HUMEDAD	29,26

VOLUMEN PROBETA

AREA CORREGIDA cm² = -----

ALTURA - DEFORMACIÓN PARA
INICIAL CADA PUNTO

FORMA DE ROTURA	
RESISTENCIA EN Kg/cm ²	5,7

DEFORMACIONES	1 cm. = 0,50 mm.
CARGAS	1 cm. = 20 Kg.

Velocidad del Ensayo 1,45 % de Deformación por minuto.
% Deformación Total 1,45

OBSERVACIONES:

eptisa

Fecha: 21/12/09

R. Rodríguez

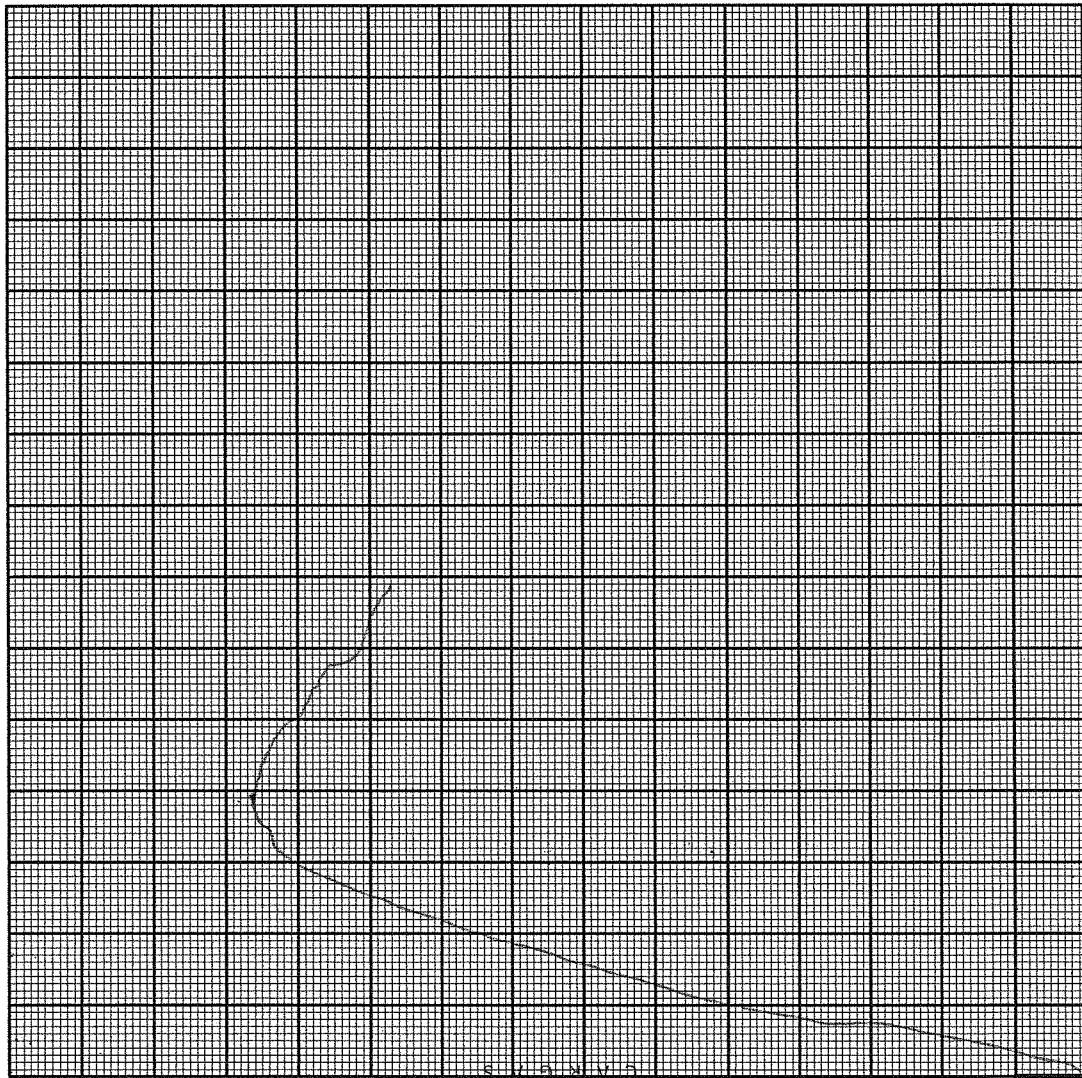
V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez
DIRECTOR DEL LABORATORIO

R. Urbina
Fdo.: Raúl Sanz Urbina
JEFE DE AREA

LABORATORIO EPTISA

Telf. 913 589 077 / Fax. 913 589 845
c/ María Tubau, 8
28050 Madrid

Laboratorio Acreditado: Ver Dorso



DEFORMACIONES

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24859**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionar

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad e indicios de arena y de gruesos. Color beige.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SCC-2. Muestra TP. Profundidad de 4.80 a 5.20 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande	CH A-7-5 (20)		
Clasificación AASHTO			
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	71,5	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	33,2	
Índice de plasticidad		38,3	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	29,8	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³)	
		1,93	
		Seca (g/cm ³)	
		1,49	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,8 98,2 95,4 94,2 93,2	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Densidad aparente y seca

Observaciones:

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

MADRID, a 28/12/09


V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO




Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande	CH		
Clasificación AASHTO			
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	72,1	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	33,8	
Índice de plasticidad		38,3	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	28,5	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³) 1,93	Seca (g/cm ³) 1,51
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0	92,2 85,7 81,0 78,8

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe.

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio.

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24848**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad, con bastante arena. Color marrón.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

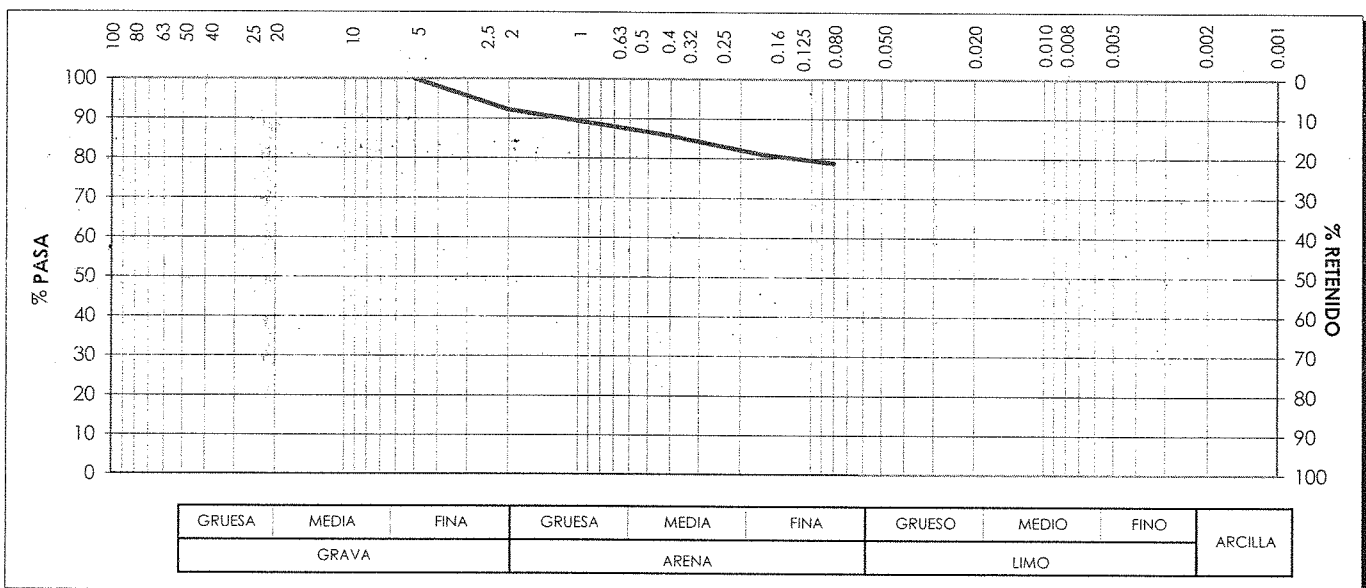
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.80 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 17-12-2009

Fecha finalización ensayo: 21-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			92,2		85,7		81,0		78,8		

Observaciones:



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.
(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg

Observaciones: Se adjunta Anexo con resultados Resistencia a Compresión.

Áreas de acreditación:
VER DORSO.

V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO



MADRID, a 28/12/09

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef. 913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones en la hoja 1 del informe

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionar

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande	CH A-7-6 (20)		
Clasificación AASHTO			
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	63,9	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	27,3	
Índice de plasticidad		36,6	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063	100,0 99,9 98,3 92,4 89,9 88,0	
% que pasa			

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24849**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material: Arcilla limosa de alta plasticidad con algo de arena, e indicios de gruesos. Color gris.

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

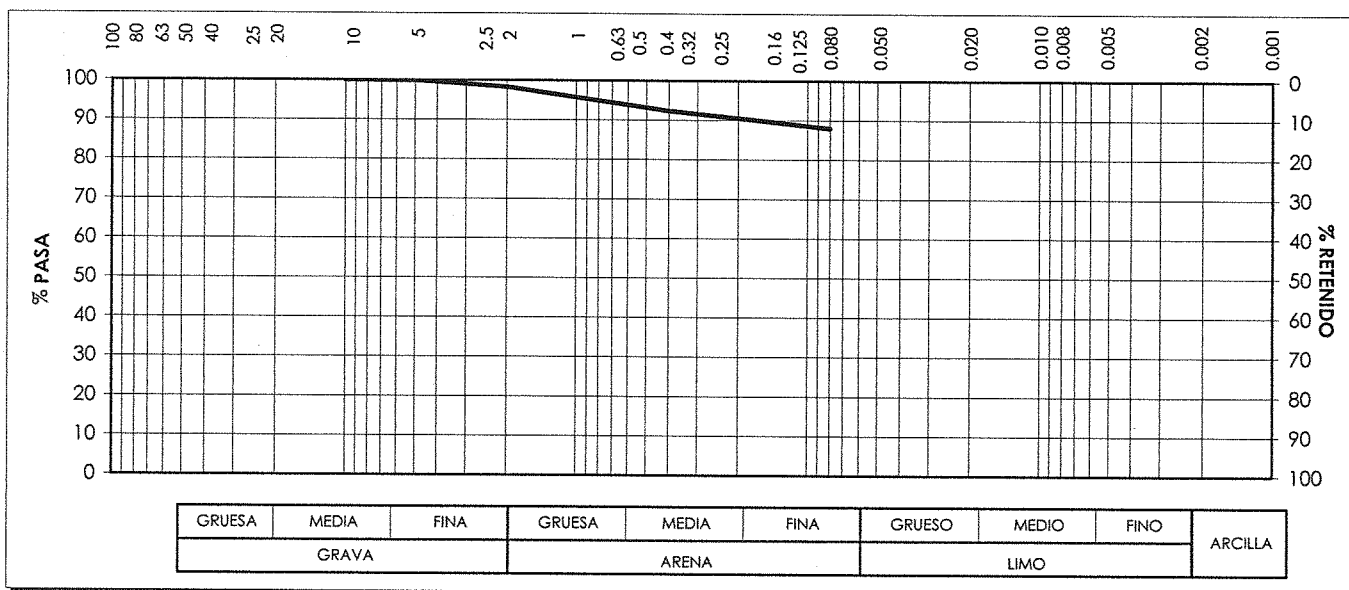
Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-3. Muestra TP. Profundidad de 6.65 a 6.85 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 21-12-2009

Fecha finalización ensayo: 22-12-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa											100,0				99,9			98,3			92,4		89,9		88,0	

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
c/ María Tubau, 8
TLF.: 913 589 077 FAX.: 913 589 845
28050 MADRID
fuencarral@eptisa.com

Laboratorio Acreditado en: Ver Dorsó

TRABAJO: EP091011-109

MUESTRA: DS.24849

CLAVE: ANEXO

Pág. 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA

Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5 CP:28224 POZUELO DE ALARCON (MADRID)

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA. Sondeo SB-3 Muestra TP Profundidad 6,65 a 6,85 m.

Fecha de toma: **Fecha Inicio:** 17/12/09

Fecha Fin: 21/12/09 **Fecha Entrega:** 28/12/09

Muestra: Entregada por el Peticionario en el Laboratorio

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo:

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
--------------------	-------	------------	------------------

Compresión Simple UNE-103400

Observaciones:

Madrid, a 28 de diciembre de 2009

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez

Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina

Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.



MUESTRA: DS-24849

Hoja 2 de 2

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (UNE-103400/93)

TIPO DE MUESTRA : TP

ALTERADA NO


INALTERADA: NO

PROBETA	1
DIÁMETRO cm.	6,96
LADO (A) cm.	7
LADO (B) cm.	6,86
ALTURA INICIAL EN cm.	13,82
VOLUMEN cm ³	525,04
DENSIDAD gr/cm ³	1,50
% HUMEDAD	31,64

VOLUMEN PROBETA

AREA CORREGIDA cm² =

ALTURA - DEFORMACIÓN PAR.
INICIAL CADA PUNTO

FORMA DE ROTURA	
RESISTENCIA EN Kg/cm ²	2,8

DEFORMACIONES	1 cm. = 0,50 mm.
CARGAS	1 cm. = 10 Kg.

Velocidad del Ensayo 1,45 % de Deformación por minuto.

% Deformación Total 2,10

OBSERVACIONES:

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez
DIRECTOR DEL LABORATORIO

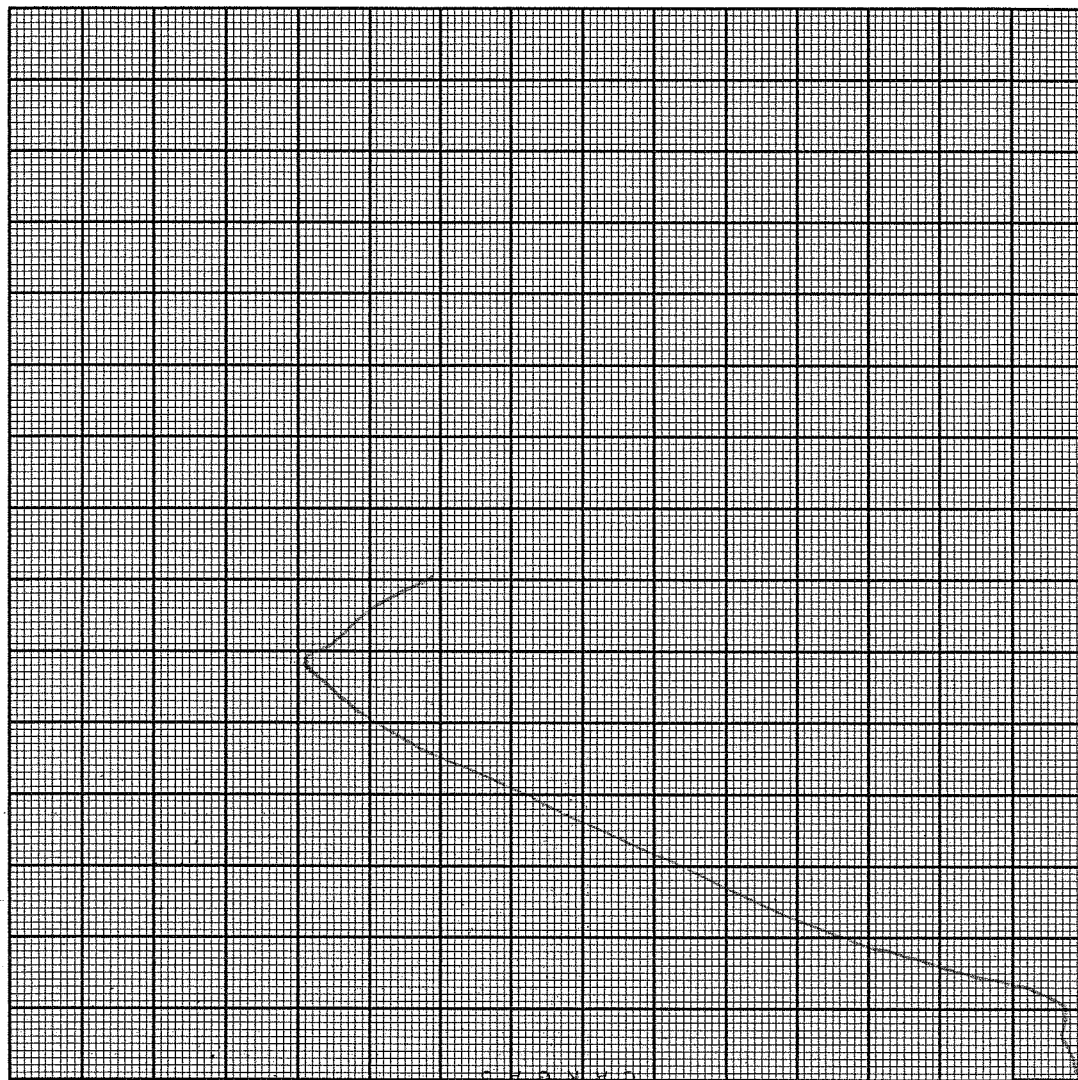
Fecha: 21/12/09

Fdo.: Raúl Sanz Urbina
JEFE DE AREA

LABORATORIO EPTISA

Telf. 913 589 077 / Fax. 913 589 845
c/ María Tubau, 8
28050 Madrid

Laboratorio Acreditado: Ver Dorso



DEFORMACIONES



EPTISA
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091011-109**

MUESTRA: **DS.24850**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: URIEL & ASOCIADOS, S.A. DE INGENIERIA GEOTECNICA
Dirección: Avda. de Europa, 16, chalet 5, 28224 POZUELO DE ALARCON

Obra: CORTE INGLES. EDIFICIO EN COSLADA.

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el Solicitante

Fecha de recepción: 15-12-2009

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo SB-4. Muestra SPT. Profundidad de 1.20 a 1.78 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Humedad natural
Densidad aparente y seca

Observaciones: No se puede realizar el ensayo de Límites de Atterberg, por falta de muestra.

Áreas de acreditación:

VER DORSO.

P.A. *DR*

V.B.: OSCAR RODRIGUEZ RODRIGUEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO



MADRID, a 28/12/09

R

Fdo.: RAUL SANZ URBINA
JEFE DE AREA

ANEXO E: COSTES DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

COSTES DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos en campo de la campaña de reconocimiento realizados a lo largo de la traza de estudio presentan los costes recogidos en la tabla siguiente:

TOTAL	Descripción	Unid	Total
227 m	Metro lineal de sondeo	60,75€	13.790,25€
6	Penetración estándar SPT	32,07€	192,42€
8	Penetrómetro Borros	20,61€	164,88€
1	Abono desplazamiento penetrómetros	570€	570€
1	Transporte equipo de sondeo	970€	970€
	Total ensayos de campo		15.687,55€

ANEXO F: COSTES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

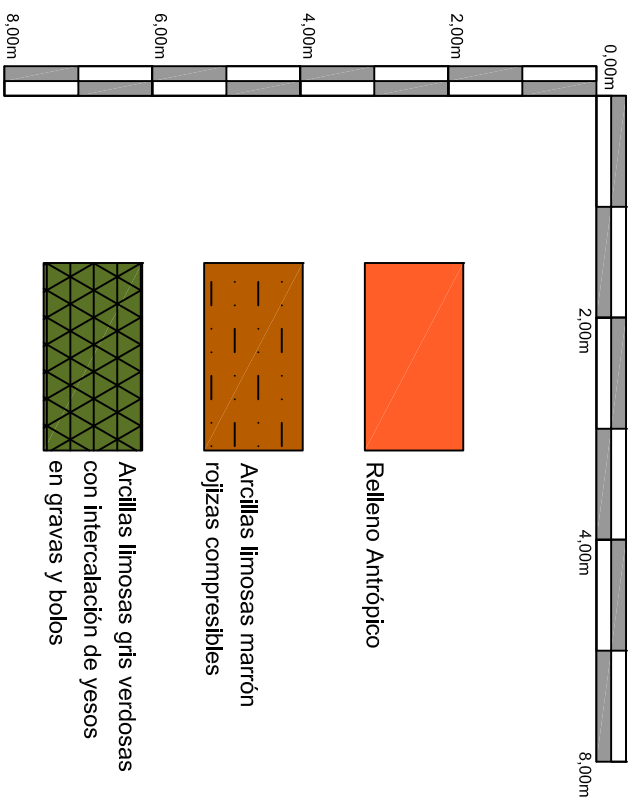
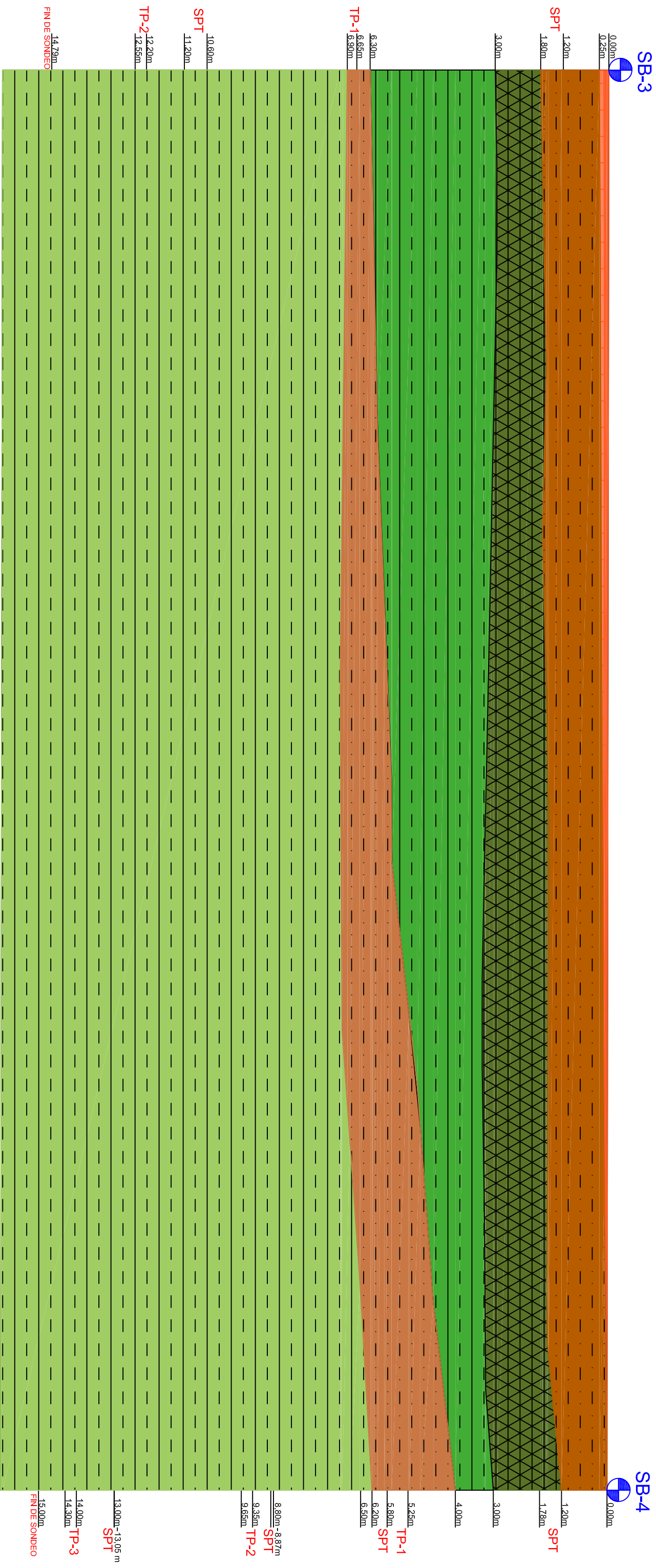
COSTES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se detallan los costes de los distintos ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas en la campaña de campo.

UNIDADES	ENSAYO	UNITARIO	TOTAL
34	A.granulométrico	49,43€	1680,62€
32	Limite.Atterberg	77,99€	2495,68€
17	Humedad natural	17,47€	296,99€
17	Densidad aparente y seca	8,50€	144,50€
20	Compresión simple	53,45€	1069,00€
5	Contenido en sulfatos	23,80€	119,00€
4	Contenido en sulfuros	17,80€	71,20€
6	Presión crítica de hinchamiento	52,55€	315,30€
3	Corte directo	100,20€	300,60€
3	Peso específico	51.00€	153,00€
2	Colapso	53,60€	107,20€
1	Análisis granulométrico sedimentario	58,50€	58,50€
2	Acidez Bauman-Gully	42,10€	84,20€
		TOTAL	6895,99€

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO EN
COSLADA (Madrid)

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS



<h1 style="text-align: center;">E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS</h1>	
Autor: Jesús Fernández Pacheco	<h2 style="text-align: center;">ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE UN CENTRO CÍVICO EN EL T. M. DE COSLADA</h2>
Escala: E.H: 1/150 E.V: 1/100	
Fecha: 09/08/2012	
N° de plano: Plano 01	<h3 style="text-align: center;">PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO I'</h3>